



## PEAK OIL - YRITYSYMPÄRISTÖN ÄKKIKÄÄNNE

HELSINGIN  
KAUPPAKORKEAKOULUN  
KIRJASTO

11487

Pro gradu -tutkielma  
Mikko Tarkkala  
30.7.2008

Hyväksytty liiketoiminnan teknologian laitoksella 30.7.2008 arvosanalla  
Erinomainen, 90p.

## PEAK OIL - YRITYSYMPÄRISTÖN ÄKKIKÄÄNNE

### TIIVISTELMÄ

Maapallo elää öljyn aikakautta. Öljy on maailman keskeisin energialähde, mutta sen tulevaisuus ei näytä valoisalta. Päivittäisiä tuotantomääriä ei enää pystytä nostamaan, eivätkä korvaavat energiamuodot vielä kykene ratkaisemaan lähestyvää kysynnän ja tarjonnan epätasapainoa. Näin ollen yritysympäristö saattaa kokea äkkinäisen ja mullistavan muutoksen.

Öljyn tarjontahuippua, Peak Oilia, on tutkittu tähän mennessä pääasiassa geologisesta ja makrokansantaloudellisesta näkökulmasta. Tässä tutkielmassa analysoidaan, millaisia vaikutuksia öljyn kysynnän ja tarjonnan epätasapainolla on yrityksille ja miten ne voisivat siihen varautua. Tutkimuksen kahdessa ensimmäisessä osiossa perehdytään laajasti erityyppisen kirjallisuuden avulla öljyn yleispiirteisiin sekä kysynnän ja tarjonnan nykytilaan ja tulevaisuuteen. Öljyhuipun todentamisen lisäksi analyysi paljastaa, miten laajalti öljyä käytetään, miten keskeisessä roolissa öljy on rahoitusmarkkinoiden toimivuudelle ja yhteiskuntarauhalle sekä minkä takia kaikilla osapuolilla on kannuste vääristellä tietoaan.

Työn kolmannessa osiossa analysoidaan ensin näkemyksiä öljyhuipun vaikutuksista ja luodaan kolmivaiheinen skenaariomalli, jossa tarjontahuipun vaikutukset jaetaan kustannus-, stagnaatio- ja Mad Max -vaiheeseen. Toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia jäsennetään viitekehyksellä, jossa vaikutukset luokitellaan valtasapaino-, talous-, väestöllisiin, ja sosiaalisiin vaikutuksiin. Lisäksi analysoidaan, miten nämä muutokset vaikuttavat toisiinsa. Skenaariomallin ja toimintaympäristövaikutusviitekehyksen pohjalta muodostetaan kaksi viitekehystä, joiden avulla yritykset pystyvät hahmottamaan kysyntään negatiivisesti vaikuttavia tekijöitä ja millaisia operatiivisia ja rakenteellisia muutoksia öljyn tarjontahuippu tarkoittaa yrityksen operaatioille ja toimitusketjulle. Kappaleen kvalitatiivinen mallintaminen osoittaa, että öljyn hinnan ja yleisen kustannusten nousun lisäksi yrityksen kannalta tärkeässä roolissa ovat tarjontahuipun vaikutus kuluttajien käytettävissä oleviin tuloihin ja talouskasvuun. Operaatioihin vaikuttavat verkoston rakenne ja kustannukset sekä muutokset toimitusvarmuudessa ja yleisessä turvallisuudessa.

Tutkielman viimeisessä osiossa keskitytään öljyn tarjontahuipun seurauksiin varautumiseen. Poliittisessa vastuussa olevien tulisi aggressiivisesti vaikuttaa sekä energian kysyntään että tarjontaan. Lisäksi maatalouden ja kaupunkisuunnittelun merkitys korostuu. Yksittäisen kansalaisten tulee vastaavasti energiansäästämisen lisäksi varautua liikkumisen osalta rajoitetumpaan ja kuluttamisen osalta köyhempään arkeen. Yrityksiä varten osiossa luodaan tutkielman löytöjen pohjalta yleinen malli, jonka avulla yritykset pystyvät paremmin hahmottamaan, mihin osa-alueisiin niiden tulisi erityisesti kiinnittää huomiota. Varautumisen kannalta keskeiset kohteet ovat kysynnän arviointi, toimittajien öljyriippuvuus, tuotannon skaalautuvuus, logistiikkaverkoston juoksevat ja rakenteelliset kustannukset sekä asiakasvetoinen jakelutoiminta.

**Avainsanat:** Öljy, Peak Oil, operaatioiden johtaminen, toimitusketjun hallinta  
**Sivujen lukumäärä (liitteineen):** 115 sivua



## **PEAK OIL - CORPORATE MASSACRE?**

### **ABSTRACT**

One could say that the world is currently living an era of oil. Oil is the key energy source, but its future does not look very bright. Daily production volumes can no longer be increased and substitutive forms of energy cannot yet solve the forthcoming imbalance of oil demand and supply. The corporate environment may encounter an abrupt and revolutionary change.

So far the culmination in oil's supply, the so called Peak Oil, has mainly been studied from geological and macroeconomic perspectives. However, a more commercial approach was adopted in this research. Namely, the purpose of this study is to analyze what kind of consequences the imbalance of oil demand and supply has on companies and how they can prepare for it. In the two first parts of the study the reader is familiarized with the special features of oil and the current state and future of demand and supply of oil with the help of different types of literature. In addition to verifying the oil peak, the analysis reveals how widely oil is used, how central the role of oil is when it comes to functioning of the financial market and social order and why all parties have an incentive to distort information.

In the third section of the study the different views on peak oil's impacts are first considered and a three-step scenario model is created in which the impacts are divided to cost -phase, stagnation -phase and Mad Max -phase. Additionally, the changes that take place in the global operating environment are analyzed with a framework in which impacts are classified to balance of power, economic, population and social impacts. Furthermore, their influence on each other is analyzed. Based on the scenario model and the operating environment framework, two additional frameworks are created. Companies can use this to discern factors that have a negative effect on demand and observe what operative and structural changes Peak Oil implies on the company's operations and supply chain. The qualitative modeling of the chapter shows that in addition to the increase in oil price and general price level, important aspects to companies are Peak Oil's effect on the disposable income of consumers and economic growth. Furthermore, the network structure and costs as well as changes in delivery reliability and general security impact operations.

In the last part of the study, the focus is on preparing for the consequences of the Peak Oil. Those with political responsibility should aggressively influence both the demand and supply of oil. Moreover, the importance of agriculture and urban planning will be emphasized. Respectively individual citizens need to prepare themselves for more limited traveling and more meager everyday consumption. Based on the findings of the study, a general model is developed for the use of companies, so that they can analyze better which issues they should especially focus on. The core issues companies should scrutinize when preparing for Peak Oil are impact on demand, suppliers oil dependency, scalability of production, logistic network's running and structural costs, and the delivery related costs for customer.

**Keywords:** Oil, Peak Oil, Operations Management, Supply Chain Management

**Total number of pages:** 115 pages

# Peak Oil - Yritysympäristön äkkikäännös

## Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

Kuvaluettelo

Taulukkoluetelo

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>JOHDANTO</b>  | <b>8</b>  |
| 1.1      | Tutkimusongelma ja tavoitteet  | 9         |
| 1.2      | Tutkimuksen rajaukset ja tarkastelutapa                                | 10        |
| 1.3      | Tutkimuksen rakenne  | 11        |
| 1.4      | Terminologiaa  | 12        |
| <b>2</b> | <b>ÖLJYN MAAILMA</b>   | <b>14</b> |
| 2.1      | Öljyn muodostuminen ja tuotanto  | 14        |
| 2.2      | Öljyn merkitys maailman energiatuotannossa                             | 17        |
| 2.3      | Öljyn poliittinen ja taloudellinen rooli                               | 19        |
| 2.3.1    | Öljy geopolitiikan ytimessä  | 19        |
| 2.3.2    | Öljy talouden tukijalkana  | 22        |
| 2.3.3    | Öljyn taloustieteelliset erityispiirteet                               | 23        |
| 2.4      | Öljyn kysyntä ja keskeiset käyttökohteet                               | 25        |
| 2.4.1    | Öljy liikenteessä  | 27        |
| 2.4.2    | Öljy teollisuuden raaka-aineena  | 29        |
| 2.4.3    | Öljy sähkön- ja lämmöntuotannossa                                      | 30        |
| 2.4.4    | Öljy maataloudessa   | 31        |
| 2.5      | Öljyn tarjonta   | 33        |
| 2.5.1    | Tarjonnan nykytilanne  | 33        |
| 2.5.2    | Öljyreservien määrittely ongelmallista                                 | 36        |
| 2.5.3    | Uuden öljyn löytäminen harventunut                                     | 39        |
| 2.5.4    | Epätavanomaiset öljyalaadut  | 41        |
| 2.6      | Öljyn hinta ja siihen vaikuttavat syyt                                 | 43        |
| <b>3</b> | <b>ÖLJYN KYSYNNÄN JA TARJONNAN TULEVAISUUS</b>                         | <b>47</b> |
| 3.1      | Öljyn kysyntä kasvaa, tarjonnasta eräviä näkemyksiä                    | 47        |
| 3.2      | Optimistit uskovat öljyn riittävyyteen                                 | 50        |
| 3.3      | Pessimistien ajatusten pohjana Hubbertin Peak Oil -teoria              | 51        |
| 3.4      | Pessimistit uskovat öljyn tarjontahuipun olevan käsillä                | 52        |
| 3.5      | Tarjontaennustepuheisiin suhtaudutaan epäillen                         | 55        |
| 3.6      | Vaihtoehtoisten energiamuotojen mahdollisuus täydentää öljyn tarjontaa | 57        |



|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>4</b> | <b>PEAK OIL:N MAHDOLLISET SEURAUKSET .....</b>                  | <b>60</b> |
| 4.1      | Muutokset globaalissa toimintaympäristössä.....                 | 63        |
| 4.1.1    | Valtatasapainovaikutukset.....                                  | 64        |
| 4.1.2    | Talousvaikutukset.....  | 67        |
| 4.1.3    | Väestölliset vaikutukset.....                                   | 71        |
| 4.1.4    | Sosiaaliset vaikutukset .....                                   | 73        |
| 4.2      | Muutokset yritysympäristössä.....                               | 76        |
| 4.2.1    | Kysyntä.....  | 76        |
| 4.2.2    | Operaatioiden johtaminen .....                                  | 80        |
| <b>5</b> | <b>ERI TAHOJEN VARAUTUMISSUOSITUKSET .....</b>                  | <b>86</b> |
| 5.1      | Yhteiskunnalliset sopeutumisstrategiat .....                    | 86        |
| 5.2      | Yksilötason sopeutumisstrategiat .....                          | 90        |
| 5.3      | Yritysten sopeutumisstrategiat .....                            | 93        |
| <b>6</b> | <b>JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>                                     | <b>99</b> |
| 6.1      | Taustatutkimuksen yhteenveto .....                              | 100       |
| 6.2      | Vaikutusarvioinnin ja varautumissuosittelusten yhteenveto ..... | 104       |
| 6.3      | Tutkimuksen kontribuutio .....                                  | 109       |
| 6.4      | Jatkotutkimusaiheet .....                                       | 110       |

Lähteet

## Kuvaluettelo

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Kuva 2-1  | Öljyenergian melko lyhyt aikakausi.....   | 14 |
| Kuva 2-2  | Öljyesiintymän mahdollistavat kivilajikerrostumat (Bauquis & Bauquis, 2005).....  | 15 |
| Kuva 2-3  | Öljyöntän energiatuotanto ajan suhteen .....  | 16 |
| Kuva 2-4  | Eri energiamuotojen historiallinen ja tämänhetkinen globaali käyttö.....  | 18 |
| Kuva 2-5  | Maailman öljyvirrat (BP, 2008) .....  | 20 |
| Kuva 2-6  | Öljyn erilaiset geopolittiset vaikutukset.....  | 21 |
| Kuva 2-7  | Öljyn taloustieteelliset erityispiirteet.....   | 24 |
| Kuva 2-8  | Öljybarrelin jalostetuotos ja käyttökohteet Yhdysvalloissa (mukailien EIA, 2006).....   | 26 |
| Kuva 2-9  | Öljyn tuotantomäärät 1900-2007 (www.oilposter.org ja EIA, 2008) .....   | 34 |
| Kuva 2-10 | Öljyhuipun ohittaneiden maiden vuotuinen kokonaistuotanto ja huippujen ajankohdat (ASPO, 2007).....   | 35 |
| Kuva 2-11 | Maailman öljyreservien maantieteellinen jakautuminen (BP, 2008) .....   | 39 |
| Kuva 2-12 | Vuosittainen löydetyn öljyn määrä ja tuotanto.....  | 40 |
| Kuva 2-13 | Epätavanomaiset öljyalaadut.....  | 41 |
| Kuva 2-14 | Raakaöljyn hintakehitys ja osuus bruttokansantuotteesta vuosina 1970-2008 .....   | 44 |
| Kuva 2-15 | Öljyn hintamuutoksen erityyppiset perustelut.....   | 46 |
| Kuva 3-1  | Eri tahojen ja eri ennustemenetelmien öljyn tarjontaennusteita (www.oildrum.com) .....  | 49 |
| Kuva 3-2  | Hubbertin manner-Yhdysvaltojen ennuste sekä toteutuneet tuotantomäärät (Hubbert, 1956 soveltaen) .....  | 52 |
| Kuva 3-3  | Öljyn kysynnän ja tarjonnan kehitys pessimistien näkemyksen mukaan.....   | 53 |
| Kuva 3-4  | Vaihtoehtoisia energiamuotoja.....  | 57 |
| Kuva 4-1  | Eräs näkemys öljyn tuotantomäärien laskemisen vaikutuksista (Schettler, 2005).....  | 61 |
| Kuva 4-2  | Öljyn tarjontahuipun vaikutusten ilmenemisjärjestys pessimistien mukaan yhdistettynä optimistien toiveikkaisiin tulevaisuuden keksintöihin..... | 62 |
| Kuva 4-3  | Tarjontahuipun toimintaympäristövaikutukset.....  | 64 |
| Kuva 4-4  | Tarjontahuipun valtasapainovaikutukset .....  | 64 |
| Kuva 4-5  | Tarjontahuipun talousvaikutukset .....  | 69 |
| Kuva 4-6  | Tarjontahuipun väestölliset vaikutukset.....  | 71 |
| Kuva 4-7  | Tarjontahuipun sosiaaliset vaikutukset .....  | 73 |
| Kuva 4-8  | Öljyn tarjontahuipun erilaiset kysyntään negatiivisesti vaikuttavat tekijät luonteen ja ilmenemisajankohdan mukaan luokiteltuna .....           | 77 |
| Kuva 4-9  | Öljyn tarjontahuipun vaikutus operaatioiden johtamiseen.....  | 80 |



|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Kuva 4-10 | Öljyn tarjontahuipun operaatiovaikutukset toimintojen ja<br>ilmenemisajankohdan mukaan luokiteltuna..... | 81 |
| Kuva 5-1  | Öljyhuipun vaikutusten analysointimalli yrityksille.....   | 94 |
| Kuva 5-2  | Scorecard öljyhuipun vaikutusten suunnan ja suuruuden analysointiin .....                                | 98 |

## Taulukkoluetelo

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Taulukko 2-1 | Eri energialähteiden EROEI-lukuja .....  | 18 |
| Taulukko 2-2 | Öljyn TOP-15 listat vuodelta 2006 (EIA, 2007) .....                                  | 20 |
| Taulukko 2-3 | Suurimmat öljykentät ja niiden päivittäinen tuotantomäärä .....                      | 34 |
| Taulukko 2-4 | Tyypillisimmät öljyn hinnannoususelitykset .....                                     | 45 |
| Taulukko 3-1 | Öljyn laskennallinen kokonaiskysyntä (Mbpp) eri vuosille eri kasvuprosenteilla ..... | 48 |
| Taulukko 3-2 | Öljyn tarjonta (Mbpp) kahdella skenaariolla eri vuosille eri laskuprosenteilla ..... | 55 |
| Taulukko 4-1 | Peak Oilin arvioitujen vaikutusten ääripäät .....                                    | 60 |
| Taulukko 5-1 | Yleisiä ohjeita hallinnosta vastaaville .....  | 87 |
| Taulukko 5-2 | Yleisiä yksilötason selviytymisohjeita .....   | 91 |



# 1 Johdanto

Maailma elää öljyn aikakautta. Öljy on ollut maapallon keskeisin energialähde viimeiset 60 vuotta ja öljyä on kaikkialla. Ihmisten liikkuminen ja tavaroiden siirtäminen tapahtuu öljyllä. Satojen tuhansien erilaisten tuotteiden valmistaminen vaatii öljyä. Useiden ihmisten asunnot lämpiävät öljyllä. Maatalous perustuu vahvasti öljypohjaisiin kemikaaleihin. Koko globalisaatiokehitys ja elintason parantuminen pohjautuu öljyyn. Halpa ja riittoisa öljy on tehnyt maailmasta sellaisen, kun se tänä päivänä on. Öljyn kysynnän kasvulle ei näy loppua.

Mikään ei kuitenkaan ole ikuista. Öljy on uusiutumaton luonnonvara ja sitä on maapallolla rajoitetusti. Arvioiden mukaan öljyn tarjonta on jo nyt saavuttanut lakipisteensä. Tuotantomääriä ei voi enää nostaa. Kysyntä tulee ylittämään tarjonnan ja korvaavista energiamuodoista ei ole epätasapainotilanteen ratkaisijoiksi. On aika analysoida, mitä murros tarkoittaa yhteiskunnille, yksilöille ja yrityksille.

Tärkeästä asemastaan johtuen öljyyn liittyvää kirjallisuutta ja tutkimuksia on paljon. Teknisen lähestymisen ohella yleisiä näkökulmia ovat energiataloudellinen, kansantaloudellinen ja poliittinen. Energiapuolella keskitytään ennustamaan energian kysynnän alueellista ja käyttökohteisiin liittyvää kehittymistä. Lisäksi ennustetaan, miten eri energialähteiden suhteelliset osuudet tulevaisuudessa muuttuvat. Kansantaloudellisesti öljyä lähestyvät tutkivat usein öljyn ja talouskasvun yhteyttä sekä siinä tapahtuneita muutoksia. Lisäksi erilaisilla simulointimalleilla analysoidaan, miten hinta-/tarjontasokit vaikuttaisivat makrotaloudellisiin muuttujiin. Öljyn poliittista roolia korostavat analysoivat öljyn merkitystä konfliktien taustalla sekä ennustavat, miten öljymarkkinoiden muutokset vaikuttavat geopolitiiseen tasapainoon.

Öljyn tarjontahuippuun ja sen vaikutuksiin liittyvä tutkimus ja keskustelu ovat kasvaneet voimakkaasti viime aikoina tilanteen akuutin luonteen selkiintyessä. Akateemisimmissa piireissä on ollut korostuneessa roolissa huipun ajoitukseen liittyvä tutkimus, kuten myös bioenergiälähteiden käyttökelpoisuuden arviointi. Populäärimpi media on keskittynyt pääasiassa polttoaineiden ja yleisen kustannustason nousun päivittelyyn, arvioimaan öljynhintaan vaikuttavia syitä ja antamaan energiasäästövinkkejä.

Sekä akateemisesta että julkisesta keskustelusta on kuitenkin vielä puuttunut yritysnäkökanta. Kansantaloudellinen vauraus ei synny tyhjiössä, vaan se luodaan yrityksissä jokapäiväisellä työllä. Nykyaikainen yritys toimii myös entistä useammin globaalisti ja sen toimitusketjut ovat hyvin neste-energiapainotteisia. Miten öljyn tarjontahuippu vaikuttaa yritysten arkeen

lyhyellä ja pitkällä tähtäimellä? Mitä muutoksia on odotettavissa toimintaympäristössä, ja miten ne vaikuttavat kysyntään ja operaatioiden johtamiseen. Öljyhuippukeskustelun on aika laajentua käsittelemään yritysten tulevia konkreettisia ongelmia.

## 1.1 Tutkimusongelma ja tavoitteet

Ilmastonmuutos on saanut viime vuosina osakseen paljon positiivista huomiota lisääntyneiden äärisääilmiöiden ja Al Goren ”Epämiellyttävä totuus” -dokumentin seurauksena. Poliitikot, kuluttajat ja yritykset ovat alkaneet miettiä, miten hiilidioksidipäästöt vaikuttavat maapallon elinvoimaisuuteen ja millaisilla valinnoilla kehitystrendiä voidaan muuttaa. Ilmaston lämpenemisen vaikutuksista on kirjoitettu lukemattomia raportteja niin biologisesta, yhteiskunnallisesta kuin yritysnäkökulmastakin. Asia on pitkällä tähtäimellä äärimmäisen tärkeä. Tilanteesta huolestuneilla on sydän oikeassa paikassa, mutta huomio turhan yksipuolinen. Lähitulevaisuudessa suurella todennäköisyydellä tapahtuva öljyn ja nestemäisen polttoaineen riittämättömyys tulee kuitenkin nostamaan hintoja, pysäyttämään globaalin kasvun ja uhkaa nykyaikaista elämäntapaamme paljon nopeammin ja rajummin kuin ilmasto-ongelmat. Öljyn riittämättömyys todennäköisesti nostaa energiatuotannossa kivihiilen käyttöä, mikä hankaloittaa ilmastonmuutoksen ratkaisemista entisestään.

Peak Oilista, suomeksi öljyhuipusta / öljyn tarjontahuipusta / öljyn tuotantohuipusta, ei kuitenkaan ole puhuttu julkisuudessa paljon. Julkaistu materiaali painottuu öljyreservimäärien arviointiin, biopolttoaineiden mahdollisuuksien analysointiin ja tuomiopäivän ennusteiden esille nostamiseen. Kaikki eivät edes allekirjoita koko ongelman olemassaoloa ja ”keskustelun sävy” on ollut välillä ”juupas-eipäs” -painotteinen aivan samoin kuin ilmastonmuutoksesta keskusteltaessa 10 vuotta sitten. Tässä työssä pyritään lähestymään ongelmaa harvoin käsitellystä yritystoiminnan näkökulmasta ja tutkimuksessa pyritään vastaamaan kysymykseen;

*”Millaisia vaikutuksia öljyn mahdollisella kysynnän ja tarjonnan pysyvällä epätasapainolla on yritystoiminnalle ja miten siihen voi varautua?”*

Vaikka tutkimuksessa pyritään analysoimaan erityisesti sitä, millaisia vaikutuksia öljyn tarjontahuipulla olisi yritysten toimintaympäristölle, kysymykseen vastaaminen vaatii myös öljymarkkinoiden ja potentiaalisten yhteiskunnallisten seurausten hahmottamista. Tutkimusongelmasta johdetut neljä keskeistä tavoitetta ovat:



1. *Selvittää öljymarkkinoiden erityispiirteet, öljyn keskeisimmän käyttökohteet ja öljyn tarjontaan vaikuttavat tekijät.*
2. *Ymmärtää öljyn kysynnän ja tarjonnan tulevaisuuden kehityssuunta ja siihen liittyvät erilaiset näkemykset.*
3. *Analysoida, millä tavalla öljyn tarjonnan riittämättömyys vaikuttaa yritysten toimintaympäristöön ja operaatioiden johtamiseen.*
4. *Luoda malli, jonka avulla yritykset pystyvät hahmottamaan, mitä niiden tulisi tehdä varautuakseen öljyn tarjontahuippuun.*

Öljymarkkinoiden yleispiirteiden hahmottaminen on tärkeää myös yrityksille. Jos yritykset eivät ymmärrä öljyn merkitystä ja taustalla vaikuttavia muuttujia, ne voivat tulkita ongelman mittakaavan liian pieneksi. Kokonaisuuden ymmärtäminen helpottaa myös laittamaan ilmiön vaikutuksista olevat eriävät näkemykset oikeaan kontekstiin. Työssä esitettyjen kehitysskenaarioiden, toimintaympäristöanalyysin, viitekehysten, varautumisohjeiden ja mallin avulla yritykset pystyvät analysoimaan, miten öljyn tarjontahuippu tulee vaikuttamaan niiden arkeen ja mihin osa-alueisiin niiden tulisi erityisesti kiinnittää huomioita.

## **1.2 Tutkimuksen rajaukset ja tarkastelutapa**

Tässä tutkielmassa analysoidaan öljyn tarjontahuipun seurauksia yrityksille yleisesti. Tutkimuksen tavoitteena on antaa mahdollisimman laaja näkemys öljyn roolista ja murroksen vaikutuksista. Näkökulma on pidetty tarkoituksella laajana, koska öljyn tarjontahuipun vaikutuksista yritysten arkeen on tehty vasta vähän tutkimusta. Näkökulmasta johtuen osa tarkastelluista seikoista on käsitelty ainoastaan tutkimusongelman vaatimalla tarkkuudella. Esimerkiksi biopolttoaineiden kemialliset ominaisuudet on jätetty tutkimuksen ulkopuolelle. Tavoitteesta johtuen sekä analyyseissä että suosituksissa ei ole huomioitu erityisesti tietyn toimialan tai yrityksen toimintalogiikan erityispiirteitä. Työ ei myöskään pohjautu oletukseen tietystä kustannusrakenteesta, vaan jokainen yritys joutuu omien päätöstensä pohjaksi itse määrittämään muutosten kannattavuuden (esim. ennen rakenteellisia järjestelyitä). Tutkielman näkökulma on pääasiassa globaalisti toimivissa, valmistavan alan yrityksissä, mutta työssä esitetyt analyysityökalut ovat luonteeltaan yleisiä eli ne ovat täysin käyttökelpoisia myös paikallisesti toimiville julkisen- ja palvelusektorin organisaatioille.

Tutkielman analyysimenetelmänä käytetään kvalitatiivista mallintamista. Menetelmävalinta perustuu ilmiöön liittyvään tulevaisuuden epävarmuuteen, suureen määrään muuttujia ja valittuun laajaan näkökantaan. Kvantitatiivisemmän lähestymistavan käyttäminen vaatisi

tarkoin määritellyt skenaariot ja yrityskohtaiset kustannusrakenteet, jotka eivät ole valitun tutkimusongelman kannalta järkeviä. Tutkielman tekemisessä on ongelman poikkitieteellisyyden vuoksi käytetty sekä tieteellisiä tutkimuksia että kaupallisempia selvityksiä. Käytetystä materiaalista osa liittyy suoraan öljyyn ja öljyhuippuun, osa vastaavasti enemmän energiaan, toimitusketjuihin ja yhteiskunnallisiin reaktioihin.

Käytetty analyysimenetelmä ja materiaali toimivat hyvänä lähtökohtana yrityskohtaisissa strategisissa ilmiöanalyysissä (eng. strategic issue analysis). Ilmiöanalyysin tavoitteena on auttaa yrityksiä tunnistamaan, analysoimaan ja reagoimaan sisäisiin tai ulkoisiin voimiin, jotka vaikuttavat merkittävästi niiden toimintaan. Öljyn tarjontahuipun vaikutuksia yksittäiselle yritykselle voidaan pitää niin laajoina, ettei sen käsittelyä kannata jättää vain osaksi vuosittaista strategiasuunnitteluprosessia.

### **1.3 Tutkimuksen rakenne**

Tämä tutkielma on jaettu neljään osaan. Kappaleessa kaksi valaistaan öljyn roolia ja öljymarkkinoiden toimintaa. Tavoitteena on ymmärtää öljyn maailmaa, jotta työn myöhemmässä vaiheessa pystytään arvioimaan kysynnän ja tarjonnan epätasapainon vaikutuksia. Kappaleen alussa perehdytään öljyn syntyhistoriaan sekä tuotannon ominaispiirteisiin. Sen jälkeen selvitetään öljyn merkitystä globaalissa energiatuotannossa ja öljyn energiatehollisuudellista ylivoimaisuutta. Öljyn erityispiirteistä kappaleessa nostetaan esille keskeisinä öljyn geopolitiikka ja talouden kasvua tukeva rooli. Lisäksi analysoidaan, miksi öljymarkkinat eivät niukkuustilanteessa käyttäydy samalla tavalla kuin muut hyödykkeet. Erityispiirteiden jälkeen hahmotetaan, miten öljyn kysyntä on kehittynyt ja missä öljyä käytetään. Keskeisimmät käyttökohteet, joita ovat liikenne, teollisuus, sähköntuotanto ja maatalous, analysoidaan tarkemmin. Kysynnän jälkeen selvitetään öljyn tarjonnan kehitystä ja tulevaisuuden kannalta keskeisiä tarjontaan vaikuttavia eriä, öljyreservejä, uusia löytöjä ja epätavanomaisia öljylaatuja. Kappaleen lopuksi vielä jäsennetään öljyn hintakehitystä ja ryhmitellään yleisempiä näkemyksiä öljyn hinnan muodostumisesta.

Kappaleessa kolme keskitytään öljymarkkinoiden lähitulevaisuuteen. Tavoitteena on ymmärtää kysynnän ja tarjonnan kehityssuunta ja niihin liittyviä erilaisia näkemyksiä. Kappaleen aluksi selvitetään kysyntäennusteita ja kysyntään tällä hetkellä vaikuttavia voimia. Tämän jälkeen analyysin painopiste siirtyy tarjonnan kehityssuuntien erilaisiin näkemyksiin ja käsitysten taustoihin. Esille nostetaan tarjonnan kasvuun optimistisesti uskovien ja tarjonnan tulevaisuuteen pessimistisemmin suhtautuvien käsitykset ja perustelut. Kappaleessa esitellään



myös pessimistien näkemyksen kannalta keskeinen Hubbertin Peak Oil -teoria, sen historialliset taustat sekä nykyhetken relevanssi. Kappaleen lopussa käydään läpi vielä tarjontaennusteisiin liittyvää tarkoitushakuista vääristelyä sekä mahdollisuutta täydentää öljyn tarjontaa vaihtoehtoisilla energiamuodoilla.

Neljännessä kappaleessa keskitytään analysoimaan öljyn tarjonnan riittämättömyyden vaikutuksia yritysten toimintaympäristöön ja operaatioiden johtamiseen. Kappaleen alkuosassa jäsennetään sitä, millaisia valtasapaino-, talous-, väestö- ja sosiaalisia vaikutuksia öljyn tarjontahuipulla saattaa olla. Kappaleen jälkimmäisessä osassa analysoidaan ensin, miten ympäristömuutokset vaikuttavat eri toimialojen kysyntään ja sitten millaisia vaikutuksia muutoksilla on yritysten operaatioihin.

Tutkielman viidennessä kappaleessa keskitytään kysynnän ja tarjonnan epätasapainon seurauksiin varautumiseen. Kappaleessa annetaan yhteiskunnallisia ja yksilötason suosituksia sekä luodaan analysoitujen vaikutusten perusteella malli, jonka avulla yritykset pystyvät hahmottamaan, mitä niiden tulisi tehdä varautuakseen öljyn tarjontahuippuun. Työn lopussa esitetään vielä tutkielman keskeiset suositukset ja jatkotutkimuskohteet.

## 1.4 Terminologiaa

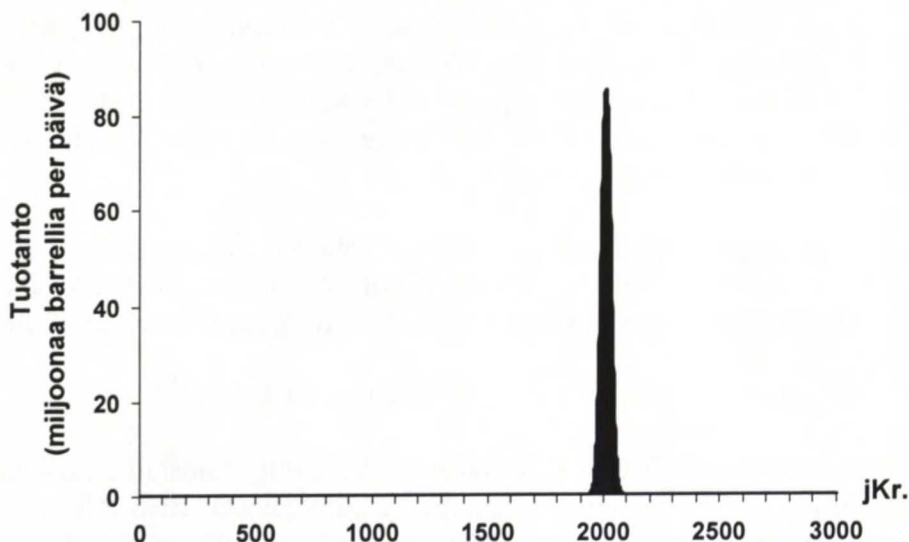
|                |  |
|----------------|--|
| <b>ASPO</b>    | Association for the Study of Peak Oil and Gas. Öljyhuipun ajoituksesta ja sitä seuraavan öljyn tuotantomäärien vähentymisen vaikutuksista kiinnostuneiden tutkijoiden verkosto. Järjestön perusti Colin Campbell vuonna 2000, ja se tunnetaan vaikutusvaltaisimpana öljyn tarjontahuippu -teorian kannattajana.  |
| <b>Barreli</b> | Raakaöljyn tilavuusmitta; 42 gallonia / 158,99 litraa. Mitta sai alkunsa 1866 Pennsylvanian öljykentiltä, jossa tuottajat halusivat luotettavuuden lisäämiseksi standardoida toimituskoon.   |
| <b>CERA</b>    | Cambridge Energy Research Associates. Bostonilainen energia-alan konsulttitoimisto joka tuottaa paljon öljyhuippuun liittyviä raportteja. Tunnetaan negatiivisesta suhtautumisestaan öljyn tarjontahuippu -teoriaan ja optimistisesta näkökulmasta öljyreserveihin.  |
| <b>EIA</b>     | Energy Information Administration. Osa Yhdysvaltojen energiaministeriötä (Department of Energy), joka kerää ja julkaisee energiavaroihin, -tuotantoon, -kulutukseen, -jakeluun, -hintoihin, teknologian kehitykseen ja kansainvälisiin suhteisiin liittyvää tietoa. Keskeisimmät fokus-alueet ovat kivihiili, öljy, maakaasu, sähkö, ydinvoima ja uusiutuvat energialähteet. |



|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Geo-politiikka</b>   | Geopolitiikka analysoi tilaa koskevaa politiikkaa ja rakenteita suhteessa maantieteeseen, historiaan ja yhteiskuntatieteisiin. Tila voi viitata geopolitiikassa kotiin, kaupunkiin, alueeseen, osavaltioon, maahan tai yleismaailmalliseen tilaan. Geopolitiikassa keskitytään paljolti sijainnin poliittiseen, taloudelliseen ja strategiseen merkitykseen.  |
| <b>IEA</b>              | International Energy Agency. Pariisissa sijaitseva kansainvälinen energiajärjestö, joka toimii OECD:n alaisuudessa. IEA:ssa on 26 jäsenmaata.   |
| <b>Mbpp/<br/>Mrdbpv</b> | Öljyntuotannon määrän yksikkö; miljoonaa barrelia per päivä / miljardi barrelia per vuosi.  |
| <b>OECD</b>             | Organization for Economic Co-operation and Development. Kehittyneiden markkinatalousmaiden yhteistyöorganisaatio, jonka päämaja sijaitsee Pariisissa. Järjestöön kuuluu yli 30 jäsenmaata ja sen yleinen toimintatavoite on muun muassa kestävän taloudellisen kasvun ja työllisyyden edistäminen sekä hyvinvoinnin lisääminen.   |
| <b>OPEC</b>             | Organization of Petroleum Exporting Countries. 13 öljynviejämaan yhteistyöorganisaatio (Algeria, Angola, Ecuador, Indonesia, Iran, Irak, Kuwait, Libya, Nigeria, Qatar, Saudi-Arabia, Yhdistyneet Arabiemiirikunnat (Abu Dhabi) ja Venezuela). Neuvottelee öljy-yhtiöiden kanssa öljyn tuotannosta, hinnoista ja tulevista oikeuksista. OPEC on suhteellisen avoimesti kartelli, joka palvelee jäsenmaidensa etuja. |
| <b>Peak Oil</b>         | Öljyhuippu / öljyn tarjontahuippu. Globaalin öljyntuotannon maksimaalista tuotantomäärää tarkoittava piste, jonka jälkeen tuotantomäärät alkavat laskea. Ensimmäisenä termiä käytti geologi Marion King Hubbert 1950-luvulla.   |
| <b>TWt</b>              | Lämpöenergian energiayksikkö; Terawattitunti ( $=10^{12}$ Wt).  |
| <b>Öljy</b>             | Raakaöljystä käytetty kutsumatermi. Raakaöljy koostuu pääasiassa hiilen ja vedyn yhdisteistä eli niin sanotuista hiilivedyistä. Raakaöljy on aina usean erilaisen hiilivedyn seos. Lisäksi raakaöljy sisältää muita alkuaineita kuten esimerkiksi rikkiä, typpeä, happea ja jonkin verran metalleja. Raakaöljyt ovat erilaisia ja niiden koostumus vaihtelee sekä öljykentittäin että alueittain.                   |

## 2 Öljyn maailma

Öljyn merkitystä maailmassamme ei voi aliarvioida. Öljyä on kaikkialla. Liikkumisemme perustuu melkein täysin öljyyn. Lähes kaikessa, mitä kulutamme ja mitä syömme, on öljyä. Yhteiskuntien vauraus on rakennettu halvan energian pohjalle. Ne, jotka ajattelevat öljyä pelkkänä polttoaineen raaka-aineena, aliarvioivat pahasti öljyn merkityksen. Öljy on pyörittänyt maailmaa viimeiset 60 vuotta ja me olemme siitä hyvin riippuvaisia. Ei ole mitenkään yliampuvaa todeta, että emme elä teollisen tai edes jälkiteollisen vallankumouksen aikakautta, vaan me elämme öljyn aikakautta (kuva 2-1). Öljyn valtakausi ei kuitenkaan ole ikuinen. Öljy on uusiutumaton luonnonvara ja noin puolet siitä on jo kulutettu. Päivittäisiä tuotantomääriä ei enää merkittävästi pystytä nostamaan, eivätkä korvaavat energiamuodot vielä kykene ratkaisemaan lähestyvää kysynnän ja tarjonnan epätasapaino-ongelmaa.



**Kuva 2-1** Öljyenergian melko lyhyt aikakausi

Tässä kappaleessa jäsennetään öljyn maailmaa, jotta pystymme paremmin analysoimaan lähestyvän öljyhuipun vaikutuksia. Ensiksi kuvataan öljyn syntytaustat ja keskeinen rooli energiantuotannossa. Lisäksi perehdytään öljyn poliittiseen ja taloudelliseen rooliin nykymaailmassa. Sen jälkeen analysoidaan öljyn globaalia kysyntää ja tarjontaa, ja niihin vaikuttavia voimia. Kappaleen lopuksi käydään läpi vielä öljyn hintakehitystä ja sen syitä.

### 2.1 Öljyn muodostuminen ja tuotanto

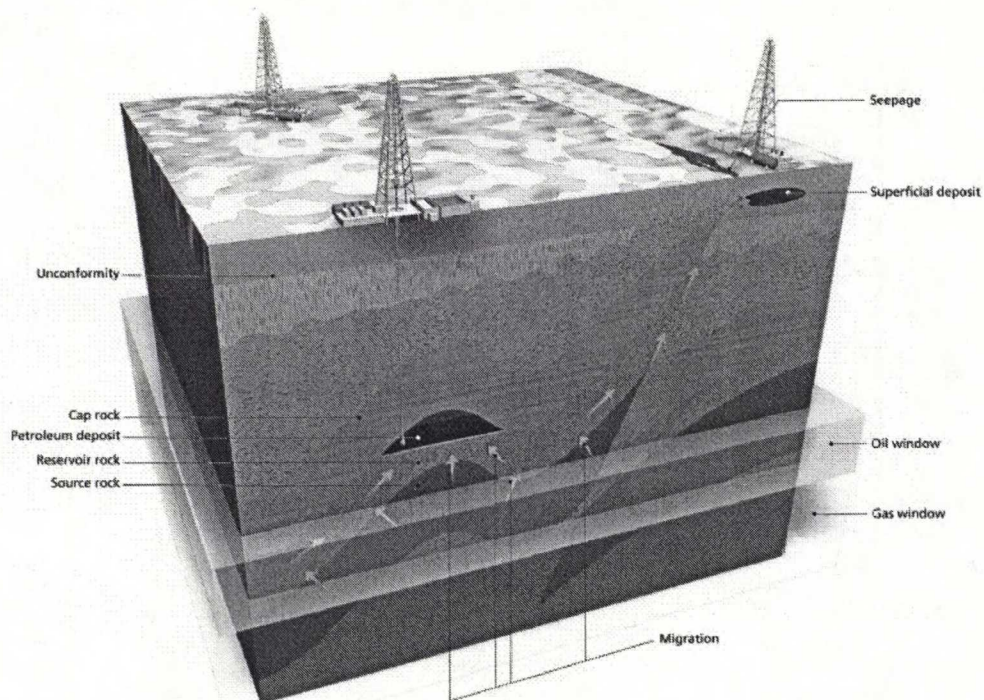
Öljy on fossiilinen polttoaine. Se on syntynyt esihistoriallisista kasveista ja eliöistä, jotka hautautuivat merenpohjaan ja peittyivät lietteeseen ja hiekkaan jurakaudella satoja miljoonia



vuosia sitten. Ajan kuluessa jäännökset hautuivat syvemmälle ja syvemmälle, missä kova paine on muuttanut ne nestemäisiksi ja kaasumaisiksi hiilivedyiksi. Öljy on siis oikeastaan yhteyttämässä varastoitunutta auringon energiaa, joka on geologisesti muuntunut erittäin käyttökelpoiseen ja energiatiheään muotoon.

Tänä päivänä porataan hiekan, lietteen ja kiviaineksen läpi kerrostumiin, joihin öljy on kasautunut huokosiin kiviin ja onkaloihin. Öljyä ei kuitenkaan löydy kaikista vanhoista merenpohjista, vaan öljyesiintymän synty edellyttää sedimenttikiviseurannolta kolmea kivilajiyksikkö oikeassa järjestyksessä (kuva 2-2). Alimpana tulee olla orgaanista ainesta sisältävä lähtökivilaji (source rock). Lähtökivilajissa tulee olla 1-20 % orgaanista hiiltä, jotka sitten ajan kuluessa muuttuvat sopivassa paine- ja lämpötilaolosuhteissa kerogeenistä ensin bitumiksi ja sitten tervamaiseksi asfaltiksi. Asfaltti vuorostaan vapauttaa liikkeeseen nestemäisiä hiilivetyjä. Optimaalisten olosuhteiden öljyikkuna (oil window) sijaitsee noin 1-4 kilometrin syvyydessä ja lämpöä on noin 60-150 °C.

Lähtökiven päällä tulee olla huokoinen ja läpäisevä varastokivilaji (reservoir rock). Varastokivilajin tärkeimpiä ominaisuuksia ovat huokoisuus (kuinka paljon öljyä huokostiloihin sopii) ja läpäisykyky (miten öljy pääsee kulkemaan kivilajissa). Esimerkiksi hiekkakivellä on alhainen huokoisuus, mutta suhteellisen hyvä läpäisykyky. Kalkkikivellä taas huokoisuus voi olla suuri mutta läpäisykyky heikko. Öljyesiintymän syntymiselle vaaditaan vielä läpipääsemätön kansikerros (cap rock), joka estää öljyn vuotamisen ylöspäin.



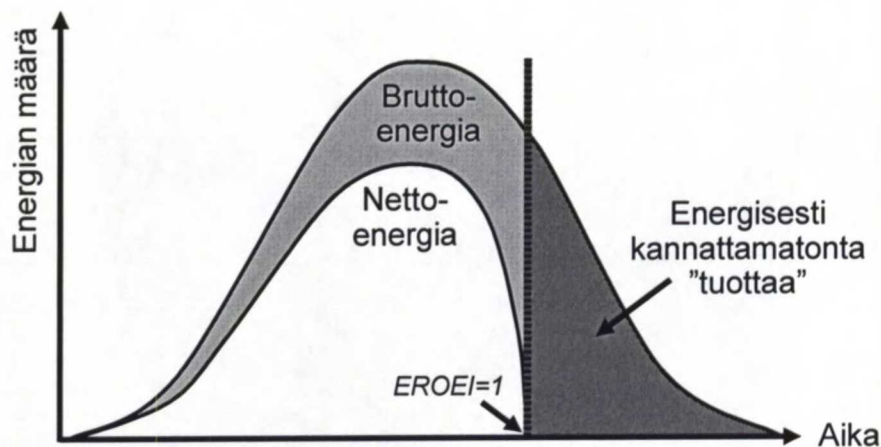
**Kuva 2-2** Öljyesiintymän mahdollistavat kivilajikerrostumat (Bauquis & Bauquis, 2005)



Kaikki öljykentät, kuten yksittäiset lähteetkin, seuraavat tuotannollisesti nelivaiheista elinkaarta; ne löydetään, porataan ja valmistellaan, pumpataan ja lopuksi hylätään. NykYTEknologioilla tietynlaisista öljyvarannoista saadaan pumpattua talteen jopa 70-80 %, kun aikaisemmin jouduttiin tyytymään 30-35 %:iin.

Öljykentän vaatima työ määrä vaihtelee ajan suhteen, eivätkä tuotantovolyymitkaan ole tasaisia (Floegel, 2007). Aivan aluksi öljyä ei välttämättä edes tarvitse pumpata, kun maanalainen paine työntää sen poratusta reiästä ylöspäin. Ensisijaiset tuotantokustannukset ovat tällöin melkein olemattomat. Myöhemmin öljyä pitää pumpata ja kenttään myös pumpata vettä, vesihöyryä tai hiilidioksidia paineen ylläpitämiseksi/nostamiseksi. Öljyn ylöspumppausahti on sama kuin öljyn virtausnopeus maan alla lähdettä kohti.

Lähteiden erikoinen geologinen ominaisuus on, että kun ylöspumpattavasta öljystä on nostettu noin puolet kentän tuottamiskapasiteetti alkaa pudota rajusti. Lyhyen tuotantotasangon jälkeen putoamistahti on noin 4 % vuodessa mutta saattaa olla huonoimmillaan jopa 8 % vuodessa. Mikäli kentän tuotantotahtia on nostettu hyvin aggressiivisesti, voi pudotus olla jopa lähempänä 20 %:a vuodessa (kuten kävi esimerkiksi Meksikon jättikenttä Cantarellille). Öljykenttä ei siis ole kuin auton tankki, jolla voi ajaa loppuun asti vakionopeutta, vaan tuotantomäärät ajan suhteen muistuttavat vahvasti logistisen käyrän muotoa. Puolen välin jälkeen geologia määrää tuotantomäärän ja jokainen barreli on edellistä hitaampi, hankalampi ja kalliimpi nostaa. Tuotantomäärien laskiessa kentän pumppaus nousee jossain vaiheessa taloudellisesti kannattamattomaksi ja kenttä hylätään (kuva 2-3).



**Kuva 2-3** Öljykentän energiatuotanto ajan suhteen

Kenttien tuottavuuden ja eliniän pidentämisen eteen on tehty paljon töitä. Horisontaalisen porauksen kehittyminen on esimerkiksi nostanut öljyvarantojen talteenottoa selkeästi. Toisaalta tuottavuuden nostamisessa on myös riskinsä, koska turhan nopea öljyn nostaminen

ja veden liiallinen pumppaaminen saattaa aiheuttaa ns. veden läpimurron ja lähteen romahtamisen (pohjavesi nousee läpäisevään kivilajiin ja esiintymä tuottaa pelkkää vettä). Lyhyen aikavälin tuotantotahdin nostaminen myös laskee pitkän aikavälin kumulatiivista kokonaistuotantoa.

Tuotantovauhdin lisäksi öljyn tuotannossa on syytä tarkastella tuotettavan öljyn laadun kehitystä ajan funktiona. Öljykentistä tuotetaan ensimmäisenä helpoiten löytyvät ja tuotettavat kentät. Yksittäisen kentän öljystä tuotetaan taas ensin kevyin, esiintymän pinnalla sijaitseva paras laatuinen öljy. Ajan myötä ja kentän tuotannon edetessä tuotettava öljy on yhä huonolaatuisempaa, hiilivedyiltään työläämmin jalostettavaa ja rikkipitoisuudeltaan korkeampaa öljyä. Öljyn tuotanto heikkenee siis sekä volyyminsä että laatunsa puolesta ajan funktiona.

Paria poikkeusta lukuun ottamatta raakaöljyä ei ole itsessään käyttökelpoista, vaan siinä olevat eripituiset hiilivedyt pitää erotellaan tislaamalla öljynjalostamossa jatkokäsittelyä varten.

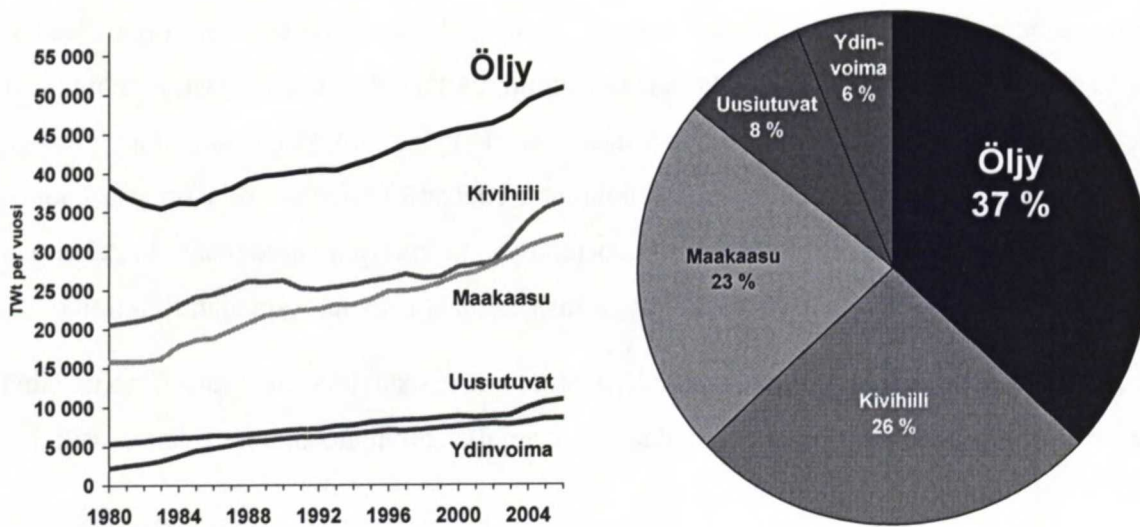
## **2.2 Öljyn merkitys maailman energiatuotannossa**

Maaishan energiatuotanto nojasi pitkään auringon lämpöön, puun polttamiseen sekä eläinten hyötykäyttöön ja syömiseen. Vaikka fossiilisten polttoaineiden hyötykäytön voidaan katsoa alkaneen Newcastlessa vuonna 1233 avatusta hiilikaivoksesta, niin vasta 1800-luvun loppupuolelta eteenpäin maailma on nojannut uusiutumattomiin luonnonvaroihin. Kivihiilen polttaminen oli yleisin energialähde 1950-luvulle asti, kunnes öljyn tarjonnan yleistyminen teki siitä suosituimman energiatuotannon lähteen. Fossiilisten polttoaineiden, öljyn, kivihiilen ja maakaasun käyttö oli keskeisessä roolissa 1900-luvun talous- ja väestönkasvussa sekä tavallisen kansalaisen elämänlaadun parantumisessa.

Energian käytön kokonaismäärät ovat kasvaneet globaalisti keskimäärin 2 % vuodessa ja kasvun ennustetaan jatkuvan melkein samalla tahdilla (EIA, 2008). Tämän päivän tuotanto nojaa paljolti fossiilisiin polttoaineisiin, jotka kattavat yli 85 % koko energiatarjonnasta (kuva 2-4). Kuten diagrammista nähdään, öljy on selkeästi keskeisin energialähde 37 % tuotanto-osuudella. Öljystä saatava energia vastaa noin 2 500 ison ydinvoimalan tai 5 000 hiilivoimalan energiatuotantoa. Eri maiden välillä on tosin isoja eroja fossiilisten polttoaineiden keskinäisessä ja muiden energialähteiden suosiossa (esim. Suomessa uusiutuvat yli 30 % ja Ranskassa ydinvoima yli 40 %). Prosentuaalisesti öljyn osuus on hieman pudonnut 1970-luvun huippuvuosista, jolloin öljyn käyttö ylitti 45 %. Osuuden lasku



on jakautunut melko tasaisesti muille energialähteille. Suhteellisesta laskusta huolimatta öljyn absoluuttinen käyttö on noussut voimakkaasti lisääntyneen liikenteen vuoksi. Liikenne-energialähteenä öljyllä ei käytännössä ole hyviä korvikkeita, jotka skaalautuisivat tuotannollisesti yhtä suuriin energiamääriin.



Lähde: Energy Information Administration; <http://www.eia.doe.gov/oiaf/leo/index.html>

**Kuva 2-4** Eri energiamuotojen historiallinen ja tämänhetkinen globaali käyttö

Yleisestikin katsottuna öljyn suosiota voidaan selittää usealta kannalta. Öljy on tiivis energialähde ja öljylitrassa (850 g) on saman verran energiaa kuin 1,3 kilossa hiiltä, 2,6 kilossa puuta tai 13 työmiehen päivittäisessä työpanoksessa. Öljy pärjää myös hyvin verrattaessa sitä muihin energialähteisiin nettoenergia-analyysissä. Analyysissä suhteutetaan, kuinka paljon energialähde tuottaa energiaa verrattuna kyseisen energian tuottamiseen (sis. löytäminen, erottelu/pumppaus, prosessointi, toimitus) vaadittuun energiaan. Energialähteen hyvyttä mitataan EROEI-luvulla (energy return on energy invested) ja mitä suurempi suhdeluku, sitä parempi energialähde yhteiskunnallisesti on. Suhdeluku yksi tarkoittaa, että energialähde tuottaa yhtä paljon kuin sen tuottaminen vaatii eli kyseessä on vain energian siirtämistä muodosta toiseen. Eri energialähteiden EROEI-lukuja taulukossa 2-1. Yksittäisen energialähteen lukuja kannattaa pitää vain suuntaa-antavina johtuen laskelmien oletusten ja vallitsevien olosuhteiden eroista.

**Taulukko 2-1** Eri energialähteiden EROEI-lukuja

| Energialähde      | EROEI | Energialähde            | EROEI   | Energialähde | EROEI |
|-------------------|-------|-------------------------|---------|--------------|-------|
| Öljy - USA (1930) | 100   | Etanoli - sokeriruoko   | 8       | Hiili        | 5-80  |
| Öljy - USA (1970) | 30    | Etanoli - maissi        | 1,0-1,5 | Ydinvoima    | 3-6   |
| Öljy - USA (2000) | 20    | Etanoli - soijapapu     | 0,8-1,9 | Vesi         | 10-12 |
| Öljy - USA        | 3-15  | Öljyhiikka              | 1,0-3,0 | Tuuli        | 3-18  |
| Öljy - Maailma    | 10-30 | Öljyliuske              | 1,0-2,5 | Aurinko      | 4-6   |
|                   |       | Nestetty hiili ja kaasu | 0,6-8,0 |              |       |



Kuten taulukosta nähdään öljy pärjää hyvin muihin energialähteisiin verrattuna. Taulukon arvot osoittavat myös hyvin sen, miten öljyvarojen vähentyminen ja prosessin vaikeutuminen on laskenut Yhdysvaltojen oman öljytuotannon EROEI-lukua.

Muihin energialähteisiin verrattuna öljy on myös verraten monipuolista, eli sitä voidaan jalostaa moneen eri tarkoitukseen. Öljyä löydetään myös suurina keskittyminä, mikä helpottaa talteenottamista. Lisäksi öljy on tietysti nestemäisessä muodossa ja sitä pystytään liikuttelemaan helposti paikasta toiseen.

## **2.3 Öljyn poliittinen ja taloudellinen rooli**

Öljy on maapallon keskeisin energialähde ja siten tärkeässä roolissa yhteiskuntien toiminnassa. Tästä johtuen öljymarkkinoita analysoitaessa tilannetta ei voida katsoa puhtaasti tuotantoresurssinäkökulmasta. Kysynnän ja tarjonnan analysoinnin lisäksi tulee ottaa huomioon öljyn keskeisen roolin mukanaan tuomat poliittiset ja taloudelliset kytkökset. Tärkeitä huomioitavia seikkoja ovat öljyn ja geopolitiikan välinen yhteys, öljyn ja talouskasvun välinen suhde sekä öljyn taloustieteelliset erityispiirteet.

### **2.3.1 Öljy geopolitiikan ytimessä**

Maailman öljyvarat eivät ole jakautuneet tasaisesti ja kansainväliseen kaupankäyntiin liittyy paljon ideologisia näkemyseroja. Kun yhtälöön lisätään merkittävien taloudellisten intressien lisäksi huomio, että suurinta osaa öljynviejistä ei pidetä demokratioina, niin öljyä voidaan hyvin pitää maailman politisoituneempana hyödykkeenä.

Taulukossa 2-2 on listattu määrällä mitatut 15 suurinta öljyntuottaja ja -kuluttajamaata sekä suurimmat öljyn viejät ja tuojat vuonna 2006. Volyymitiedoista nousee esille useita geopolitiittisesti tärkeitä huomioita kuten että tuotanto ja kulutus ovat eriytyneet, öljyä vievistä maista monen talous on varsin öljypainotteinen ja ne ovat sisäpoliittisesti epävakaita, ja paljon öljyä käyttävät teollisuusvaltiot ovat melkein kaikki öljyntuojia.

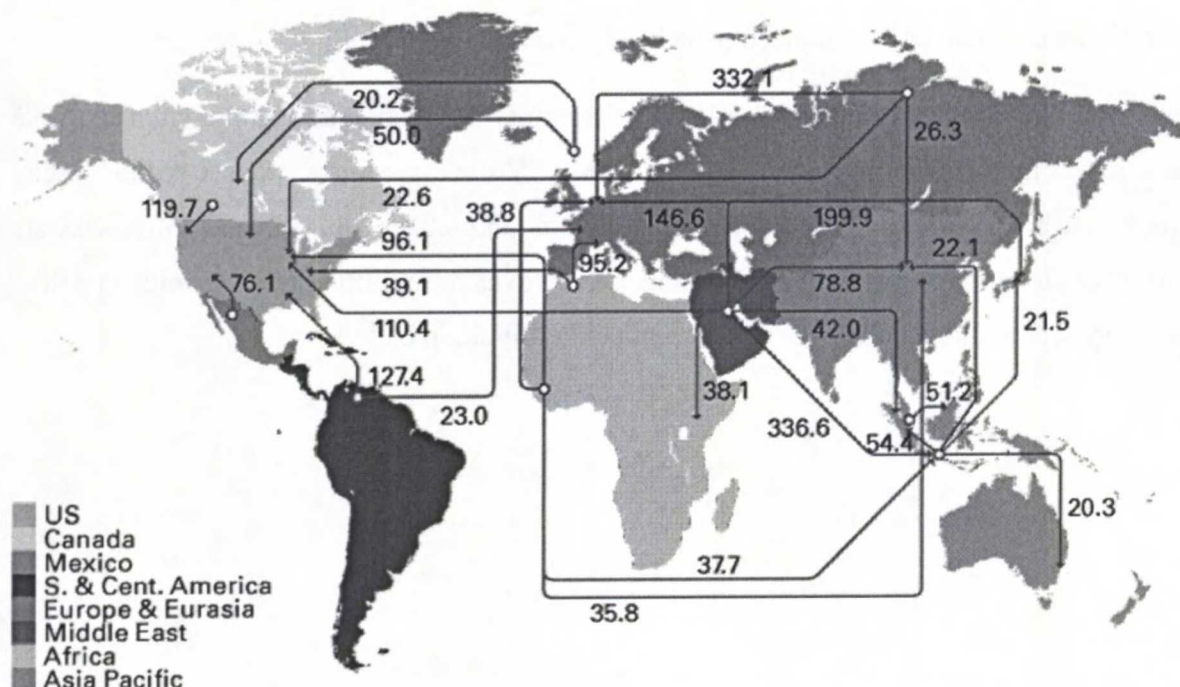
**Taulukko 2-2 Öljyn TOP-15 listat vuodelta 2006 (EIA, 2007)**

| Tuotanto          | Mbpp   | Kulutus       | Mbpp   | Vienti            | Mbpp  | Tuonti      | Mbpp   |
|-------------------|--------|---------------|--------|-------------------|-------|-------------|--------|
| Saudi-Arabia      | 10,719 | Yhdysvallat   | 20,588 | Saudi-Arabia      | 8,651 | Yhdysvallat | 12,220 |
| Venäjä            | 9,668  | Kiina         | 7,274  | Venäjä            | 6,565 | Japani      | 5,097  |
| Yhdysvallat       | 8,367  | Japani        | 5,222  | Norja             | 2,542 | Kiina       | 3,438  |
| Iran              | 4,146  | Venäjä        | 3,103  | Iran              | 2,519 | Saksa       | 2,483  |
| Kiina             | 3,836  | Saksa         | 2,630  | Arabiemiirikunnat | 2,515 | Etelä-Korea | 2,150  |
| Meksiko           | 3,706  | Intia         | 2,534  | Venezuela         | 2,203 | Ranska      | 1,893  |
| Kanada            | 3,289  | Kanada        | 2,218  | Kuwait            | 2,150 | Intia       | 1,687  |
| Arabiemiirikunnat | 2,938  | Brasilia      | 2,183  | Nigeria           | 2,146 | Italia      | 1,558  |
| Venezuela         | 2,802  | Etelä-Korea   | 2,157  | Algeria           | 1,847 | Espanja     | 1,555  |
| Norja             | 2,785  | Saudi-Arabia  | 2,068  | Meksiko           | 1,676 | Taiwan      | 0,942  |
| Kuwait            | 2,674  | Meksiko       | 2,030  | Libya             | 1,525 | Hollanti    | 0,936  |
| Nigeria           | 2,443  | Ranska        | 1,972  | Irak              | 1,438 | Singapore   | 0,787  |
| Brasilia          | 2,163  | Iso-Britannia | 1,816  | Angola            | 1,363 | Thaimaa     | 0,606  |
| Algeria           | 2,122  | Italia        | 1,709  | Kazakstan         | 1,114 | Turkki      | 0,576  |
| Irak              | 2,008  | Iran          | 1,627  | Kanada            | 1,071 | Belgia      | 0,546  |
| Suomi             | 0,009  | Suomi         | 0,225  |                   |       | Suomi       | 0,216  |

Lähde: US Energy Information Administration; [http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/topworldtables1\\_2.htm](http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/topworldtables1_2.htm)

Geopoliittisesti keskeisenä huomiona voidaan pitää Yhdysvaltojen öljyriippuvuutta. Maa käyttää 25 % maailman öljystä, josta melkein 2/3 osaa on tuotua, vaikka siellä asuu ainoastaan 5 % maailman väestöstä. Näin suuri riippuvuus tuontiöljystä tekee amerikkalaiset erityisen haavoittuviksi mahdollisille tarjontaongelmille ja nouseville hinnoille. Riskiä ei yhtään pienennä se, että noin 70 % jäljellä olevasta öljystä on Yhdysvalloille ongelmallisissa maissa. Huomionarvoista on myös hahmottaa öljynkulutuksen kasvu Kiinassa. Maan kotimainen tuotanto pystyy kattamaan vain puolet tarpeesta. Myöskään EU-maiden tilanne ei ole kehuttava korkean tuontiöljyosuuden ja Venäjä-riippuvuuden vuoksi (kuva 2-5).

**Major trade movements 2007**  
Trade flows worldwide (million tonnes)



**Kuva 2-5 Maailman öljyvirrat (BP, 2008)**



Öljyyn liittyvät geopoliittiset vaikutukset voidaan jakaa vakavuusastejärjestyksessä neljään kategoriaan: erityyppisiin yhteistyösuhteisiin, sisäiseen epävakauteen, resurssien kansallistamisriskin kasvuun ja resurssisotiin (kuva 2-6).



**Kuva 2-6** Öljyn erilaiset geopoliittiset vaikutukset

Ensimmäinen vaikutus on uusien erityyppisten yhteistyösuhteiden merkityksen nouseminen. Yhteistyösuhteilla pyritään ensisijaisesti varmistamaan öljyn osto-oikeus, ja suhdetta tuetaan teknologisilla investoinneilla tai sotilaallisella turvaamisella. Esimerkiksi Yhdysvallat on pitkään tukenut itselleen suopeita hallituksia niin Lähi-idässä kuin Etelä-Amerikassakin. Kiina on puolestaan yrittänyt luoda viime aikoina yhteistyösuhteita muun muassa Afrikkaan tarjoamalla yleistä taloudellista tukea sekä öljyn etsintään ja jalostamiseen liittyvää teknologiaa. Lisäksi Kiina on ollut aktiivinen muun muassa Iranissa ja Etelä-Amerikan vasemmistijohtajien suuntaan. Kahdenväliset yhteistyösuhteet vääristävät markkinoiden toimintaa, lisäävät eripuraa öljyn ostajien kesken ja nostavat öljystä efektiivisesti maksettavaa hintaa. Tarjonnan yleinen väheneminen myös nostaa öljyn hintaa.

Öljyn tuottajan sisäinen epävakaus aiheuttaa epävarmuutta tuotantomääristä, lisää riskiä tuotantokatkoksista ja ääritapauksissa saattaa jopa johtaa öljyresurssien omistusoikeuksien muuttumiseen. Esimerkiksi Nigeriassa korruptio ja öljytulojen epäoikeudenmukainen jakautuminen on aiheuttanut kahakoita, Saudi-Arabiassa on nostettu esille öljyn omistusoikeus, Boliviassa alueiden eriarvoisuus on johtanut hallinnon vaihtoon ja Venäjällä energiarikkaiden alueiden itsehallintotoiveet eivät ole edistyneet. Kaikissa tapauksissa on paljolti kyse maan sisäisten rahavirtojen jakautumisesta.

Öllyvaroihin liittyvä kansallistaminen on myös yleistynyt viime vuosina (Reed, 2007). Esimerkiksi Venezuelassa Hugo Chavez ajoi ulkomaalaiset öljy-yhtiöt käytännössä ulos maastaan ja Bolivia ”neuvotteli” sopimukset uusiksi. Venäjällä vastaavasti BP pakotettiin myymään pilkkahinnalla Kovyktan kaasukenttäosuus ja Shell joutui ympäristörikkeiden varjolla myymään osuutensa Gazpromille Sahalin 2:sta. Nationalisoinnin takana on useimmiten halu pitää tiukemmin kiinni hupenevista resursseista. Öljy-yrityksille riskien

kasvaminen tarkoittaa kustannusten nousua ja investointihalukkuuden vähenemistä. Markkinoiden kannalta ikävää on myös yleensä tuotantomäärien väheneminen.

Sotia voidaan pitää öljyn äärimmäisenä geopolittisena muotona. Maiden, tai ryhmittymien, vallassa olevat henkilöt ovat valmiita aseellisesti osoittamaan omistusoikeutensa öljyresursseihin tai ainakin varmistamaan niiden saatavuuden. Suoraan öljyn roolia taisteluiden syynä ei ilmaista, mutta aspektin olemassa olosta on puhuttu muun muassa Kuwaitin, Balkanin, Tshetshenian, Afganistanin, Irakin, Darfurin ja Iranin konflikteissa (Nelson, 2007). Ilkeämielisesti voisi jopa todeta, että nykyaikana ei enää taistella ideologisia syistä, vaan taustalta löytyy aina rajallisen resurssien tavoittelulogiikka. Sodat vaikuttavat ennen kaikkea siihen, kuka öljyä saa jatkossa ostaa, mutta käytännössä tuotantomäärät myös kärsivät ja öljystä maksetaan kova hinta sekä taloudellisesti että inhimillisesti.

Kuten edellä on siis esitetty, maailmanmarkkinoille tarjolla olevan öljyn määrää ja hintaa analysoitaessa tulee huomioida öljytuottajamaiden tuotannon ja oman kulutuksen lisäksi myös öljyn erilaiset geopolittiset vaikutukset.

### 2.3.2 Öljy talouden tukijalkana

Öljyn merkitys ei rajoitu pelkästään sen suoriin käyttökohteisiin. Öljy hinta ja saatavuus vaikuttavat kustannuksiin ja kasvuun, ja siten koko taloudelliseen järjestelmään.

Öljyn hinnanmuutokset vaikuttavat luonnollisesti yleiseen inflaatioon. Vaikutus on sekä suora, esimerkiksi polttoaineiden hintojen kautta, että epäsuora, esimerkiksi pakkausmateriaalien hintojen muutosten vaikutus ruoan hintaan. Inflaation nousua ei voi pitää toivottavana, koska se nostaa korkoja, hidastaa investointeja, lisää työttömyyttä ja köyhdyttää ihmisiä. Korkea inflaatio heikentää myös palkkojen ostovoimaa ja yleistä kysyntää, jotka saattavat vaikuttaa yhteiskunnalliseen tasapainoon. Korkea inflaatio aiheuttaa usein myös muutoksia poliittisten puolueiden suosiossa.

Tärkeää on myös ymmärtää, ettei kysynnän ja tarjonnan eron tarvitse olla hirveän suuri ennen öljynhinnan räjähtämistä. Esimerkiksi 1970-luvun öljykriiseissä alle 5 %:n vajaus nelinkertaisti öljyn hinnan. Vastaavasti Kaliforniassa pari vuotta sitten kaasun tuotannon putoaminen 5 % viisinkertaisti markkinahinnan. Öljyn ei siis tarvitse loppua ennen kuin hinnat nousevat. Jopa pelkkä tieto öljyn riittämättömyydestä saattaa moninkertaistaa hinnan.

Inflaatiota astetta vaarallisempi on öljyn ja taloudellisen kasvun yhteys. Halvalla öljyllä ja energialla on mahdollistettu viimeisen 140 vuoden teollinen kasvu. Luottamus öljyn tarjonnan



ja talouskasvun jatkumisesta on tärkeää sekä rahoitusmarkkinoille että poliittisille päättäjille. Rahoitusmarkkinat, ja oikeastaan koko kansainvälinen pankkisysteemi, perustuu talouden kasvuun. Pankit antavat enemmän lainaa kuin niillä on varoja, koska ne olettavat asiakkaiden pystyvän maksamaan lainansa takaisin. Voidaan ajatella, että huomisen kasvu on ollut takaus tämän päivän lainalle. Jos talouskasvu kääntyy öljyn puutteen takia pysyvästi laskuun, koko rahoitus- ja yhteiskuntajärjestelmän idea kaatuu.

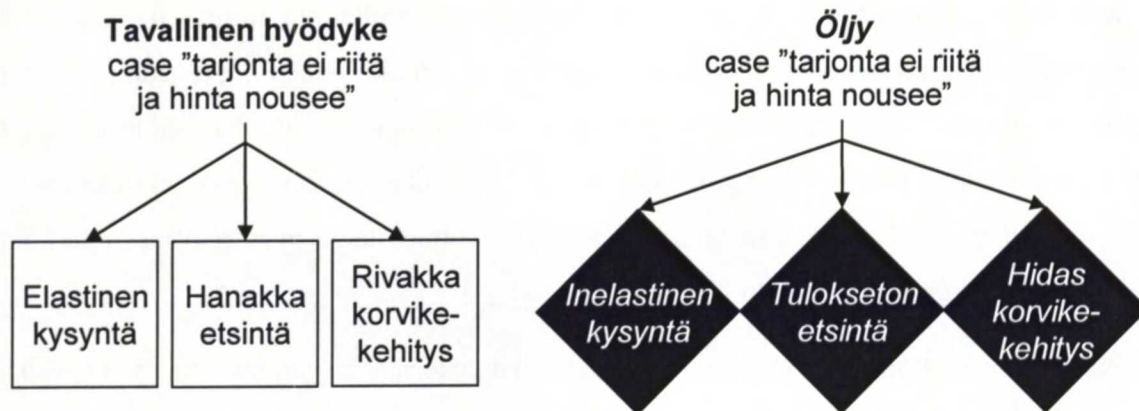
Murroksella olisi monia taloudellisia ja sosiaalisia kerrannaisvaikutuksia. Esimerkiksi yritysten konkurssit lisääntyisivät ja työttömyys nousisi, kansalaiset joutuisivat tottumaan energiakatkoksiin ja julkiset palvelut romahtaisivat. Yhteiskuntarauha saattaisi kärsiä, kun eläkkeiden maksukyky luhistuisi ja varallisuus menisi uudelleen määriteltäväksi. Poliitikkojen kaipaamasta vakaudesta ei olisi jäljellä enää mitään.

Öljyn taloudellinen rooli on siis huomattavasti laajempi kuin aluksi ajatellaan ja siksi tämä tulee huomioida kysynnän ja tarjonnan epätasapainon vaikutuksia analysoitaessa.

### 2.3.3 Öljyn taloustieteelliset erityispiirteet

Edellä on esitelty öljyn ominaisuuksia muun muassa geologisesta ja geopolittisesta näkökulmasta. Öljyllä on myös oman taloustieteelliset erityispiirteensä, jotka tekevät siitä omalaatuisen hyödykkeen.

Kansantaloudellisesti tuotteen hinta vaikuttaa sen kysyntään. Hinnan noustessa tuotteen kysyntä laskee, kun ihmiset kuluttavat tuotetta vähemmän tai ovat kokonaan ilman. Osa kysynnästä siirtyy myös tarjolla oleviin korvaaviin tuotteisiin. Kansantaloustieteellisesti voidaan siis väittää, että raaka-aineiden osalta mikään ei koskaan lopu kesken. Tarjonnan puute nostaa hintaa ja vähentää kysyntää, mutta samanaikaisesti se lisää intoa etsiä raaka-ainetta lisää ja toisaalta yrittäjien halukkuutta kehittää korvaavia ratkaisuja (kuva 2-7). Näiden investointien seurauksena raaka-aineen tarjonta suhteessa kysyntään lisääntyy ja hinta laskee. Esimerkiksi 1980-luvulla arvioitiin muun muassa kromin, kuparin, nikkelin, tinan ja volframin hinnan nousevan voimakkaasti odotettavissa olevan puutteen vuoksi, mutta kymmenen vuotta myöhemmin hinnat olivatkin alhaisemmat korkeasta inflaatiosta ja väestönkasvusta huolimatta (kuuluisa Simon-Ehrlich veto). Markkinatalous ja ihmisen luovuus siis peittoavat resurssipuutteen.



**Kuva 2-7** Öljyn taloustieteelliset erityispiirteet

Öljy ei kuitenkaan ole tavallinen hyödyke. Ensinnäkin, öljyn kysynnän hintajousto on osoittautunut hyvin vähäiseksi. Nousevat hinnat eivät näytä vähentävän kysyntää suoraan, eivätkä edes talouskasvun kautta. Öljyn kysyntä on jatkanut kasvuaan vaikka hinnat ovat tasaisesti nousseet vuodesta 1999 asti. 1970-luvun öljykriisitkin käänsivät kysynnän laskuun vasta taloudellisen laman pohjalla. Öljy on siis niin kriittinen hyödyke, ettei siitä pystytä ja/tai haluta luopua helpolla.

Toinen erityispiirre on lisäöljyn etsimisen tuloksettomuus. Öljyn merkittävästä taloudellisesta roolista johtuen öljyn etsintään on käytetty paljon resursseja (Petrie, 2007), mutta suuria löytöjä ei ole tehty vuosikymmeniin. Harvat löydötkin ovat teknistaloudellisesti entistä haastavampia. Heikkojen etsimistulosten takia näkemys öljyn geologisesta rajallisuudesta on vahvistunut, mikä näkyy muun muassa öljy-yhtiöiden suhteellisesti laskeneina panostuksina öljynetsintään. Vaikka siis taloustieteellisesti hinnan nousu lisää hyödykkeen etsintää, niin öljyn osalta sanonta "tyhjästä on paha nyhjäistä" pitänee yhä enemmän paikkansa.

Öljyn kohdalla korvikkeiden kehittäminen on myös ollut suhteellisen vähäistä ja prosessiltaan hidasta. Smithin ja Kelleyn (2006) mukaan öljyn energiatehollisuuden vuoksi pääoman tuottoa maksimoivat yritykset eivät ole satsanneet uusiin teknologioihin, jotka eivät tällä hetkellä kykene marginaalikustannusten osalta kilpailemaan öljyn kanssa. Markkinat eivät siis ole pystyneet ennaltaehkäisevästi hinnoittelemaan epäsuoria- ja piilokustannuksia, joita öljyn mahdollinen puute jonain päivänä aiheuttaa. Kun investointihalukkuus sitten jonain päivänä alkaa, pitää kehitysprojektien pitkien läpimenoaikojen vuoksi tuloksia odottaa jopa vuosikymmeniä (Hirsch, 2007). Markkinasokkeihin ei siis pystytä reagoimaan nopeasti.



## 2.4 Öljyn kysyntä ja keskeiset käyttökohteet

Kuten edellä todettiin, vaikka öljyn suhteellinen osuus kokonaisenergiasta on ollut hienoisessa laskussa, niin öljyä tarvitaan koko ajan enemmän. Päivittäinen kysyntä on kasvanut 1990-luvun alun 66,5 miljoonasta barrelistä yli 85 miljoonaan barreliin (eli 1 000 barreliin sekunnissa). Ilman Venäjän viiden miljoonan barrelin päiväkysynnän laskua kasvu olisi ollut vieläkin suurempaa. Kysynnän kasvuvauhti on myös viime aikoina kiihtynyt. Kun 1990-luvulla keskimääräinen vuotuinen kasvu oli 1 %, niin viime vuosina kysyntä on kasvanut reilusti yli 2 % vuodessa.

Öljyn käyttö on voimakkaasti jakautunut kehittyneiden ja kehittyvien maiden välillä. Kehittyneet ja Lähi-idän valtiot ovat kärjessä, kun listataan käytetyn öljyn määrää per asukas. OECD-maat kuluttavatkin yli 60 % maailman öljystä. Vastaavasti kun lasketaan kasvuprosentteja, niin EU-maat ja Australia on nollakasvulla listan häntäpäässä. Vaikka polttoaineiden käyttö hieman lisääntyykin, niin teollisuusrakenteen murros ja rakennusstandardien kiristäminen pitävät kokonaiskasvun vähäisenä. Kaikissa kehittyneissä maissa kysynnän kasvua ei toki ole onnistuttu pysäyttämään, vaan esimerkiksi Yhdysvaltojen ja Japanin öljyn kulutus on kasvanut koko 2000-luvun 1,5 %:n vuosivauhtia (Floegel, 2007).

Tilanne on kehittyvissä maissa aivan toinen. Kiina ja Intia ovat vielä sijaluvuilla 128 ja 149, kun lasketaan öljyn kulutusta per henki, mutta maissa on satoja miljoonia uusia kuluttajia, jotka haluavat ostaa auton ja kulutuselektroniikkaa. Maailman väestöstä 80 % onkin vasta siirtymässä öljyn ja öljypohjaisten tuotteiden käyttäjiksi. Länsimaat ovat myös ulkoistaneet paljon energiaintensiivistä tuotantoa kehittyviin maihin, joka osittain selittää kasvuprosentti-eroja.

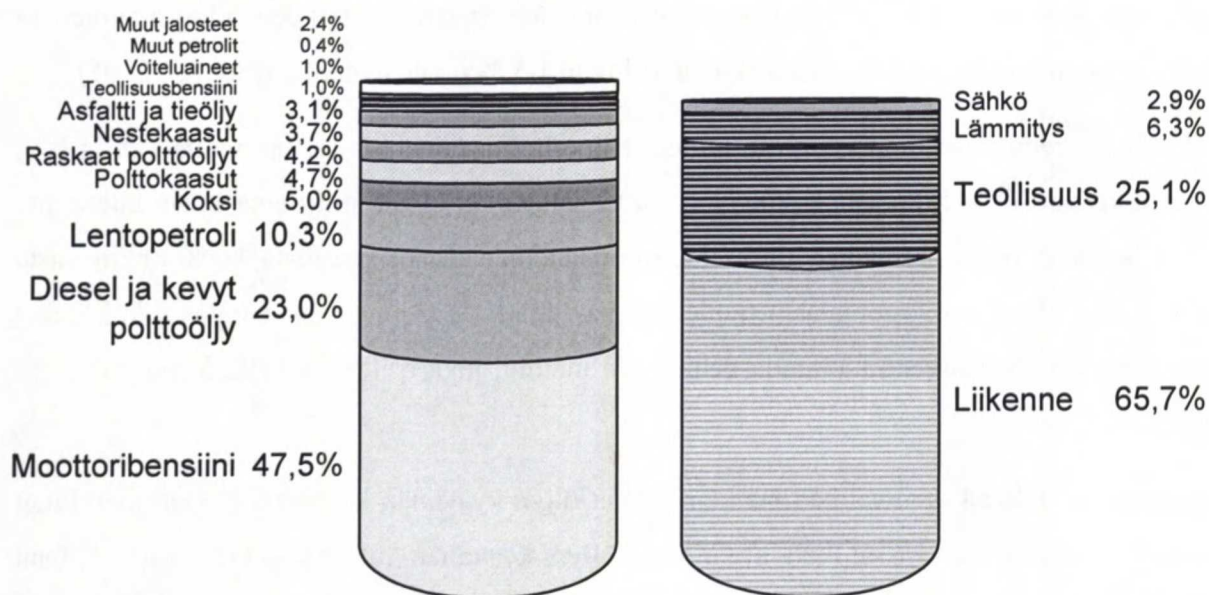
Kiinan ripeä talouskasvu selittää melkein puolet öljyn kysynnän kasvusta. Kiinan markkinat ovatkin keskeisessä osassa, kun arvioidaan öljyn kysynnän tulevaa kehittymistä. Kiinan energiatarve on kasvanut 15-20 % vuodessa, ja öljyn kulutus on nelinkertaistunut 20 vuodessa. Kasvun voidaan arvioida jatkuvan, koska maan osuus öljyn kokonaiskulutuksesta on selkeästi alle sen väestöosuuden (osuus kulutuksesta 9 %, osuus väestöstä 20 %). Toiveet Kiinan ”vihertymisestä” ovat myös paljolti vain toiveita. Kasvava energiatarve on katettu Kiinassa paljolti fossiilisilla polttoaineilla.

Öljyn ja energiatarpeen kysynnän yleensäkin on ennustettu kasvavan myös jatkossa 1,5-3 % vuodessa väestönkasvun ja elintason noustessa. ExxonMobil itse asiassa arvioi, että seuraavan

20 vuoden aikana 80 % energiakasvusta tulee yrityksestä parantaa kehittyvien maiden elintasoa (kattaa 85 % maailman väestöstä).

Käyttökohteiden osalta öljy on moninainen raaka-aine. Öljyn avulla ihmiset ja tavarat pystyvät siirtymään pitkiä matkoja nopeasti ja edullisesti. Koko globalisaatiokehitys, kuten myös kaupunkirakenteemme ja elinympäristömme, nojaa paljolti halpaan öljyyn. Monet jokapäiväiset kulutustavaramme ovat muovista eli öljypohjaisista petrokemikaaleista tehtyjä. Useat tekstiilit ja tutut lääkkeemme, kuten aspiriini, ovat öljypohjaisia. Öljyllä pidetään myös osa asunnoista talvisin lämpimänä ja kesäisin kylmänä. Öljy ja maakaasu yhdessä ovat mahdollistaneet maatalouden tuottavuuskehityksen, ”vihreän vallankumouksen”, ja siten väestönkasvun ja maapallon asukkaiden ruokkimisen.

Öljyn kysynnän luonnetta voidaan analysoida kahdella tavalla; mihin muotoon raakaöljy jalostetaan sekä kuinka paljon öljystä menee mihinkin käyttökohteeseen. Globaalien tietojen puuttuessa kuvassa 2-8 on Yhdysvaltojen kysynnän rakenne. Tietoja voidaan käyttää tyydyttävänä globaalina estimaattina Yhdysvaltojen ollessa maailman suurin öljynkuluttaja.



**Kuva 2-8** Öljybarrelin jalostetuotos ja käyttökohteet Yhdysvalloissa (mukaillen EIA, 2006)

Kuvan vasemmalla nähdään, että suurin osa öljystä jalostetaan kevyiksi ja keskitislejakeiksi. Henkilöautojen käyttämä bensiini on ylivoimaisesti yleisin raakaöljyn jalostemuoto. Suuri osa öljystä jalostetaan myös liikenteessä käytettäväksi dieseliksi ja lentopetroliksi sekä lämmityksessä käytettäväksi kevyeksi polttoöljyksi. Raskaimpia jakeita kuten koksia, raskaita polttoöljyjä sekä asfalttia ja tieöljyjä tuotetaan hieman enemmän kuin poltto- ja nestekaasuja. Voiteluaineiden ja liottimien osuus kokonaistuotannossa on pieni. Raakaöljyn jalostamisen



saanto on noin 106 %, mistä johtuen yhdestä öljybarrelista saadaan tislausprosessissa enemmän kuin barreli materiaalia ulos ja kuvan vasemman puoleiset prosenttiluvut summaavat yli 100 %.

Kuvassa oikealla puolella on nähtävissä Yhdysvaltojen öljyn kulutus sektoreittain. Korkean autotiheyden vuoksi kaksi kolmasosaa öljystä kuluu liikenteeseen. Teollisuuden osuus kokonaiskäytöstä on neljännes. Teollisuus käyttää paljon muun muassa kaasuja ja voiteluaineita. Loppu öljystä kuluu asuntojen ja rakennusten sähköön ja lämmitykseen. Sähkö tuotetaan pääasiassa raskaalla ja lämpö kevyellä polttoöljyllä.

Koko maailmassa liikenteen osuus kulutuksesta on 52,1 %, teollisuuden 32,7 %, lämmityksen 9,1 % ja sähkön 6,1 % (EIA, 2008). Suomessa öljystä 45 % kulutetaan polttoaineena liikenteessä. Raaka- ja voiteluaineiden osuus kulutuksesta on 19 % ja teollisuuden energiana käytetään 16 %. Rakennusten lämmittämiseen kuluu 11 % ja maa- ja metsätalous sekä rakennustoimi käyttävät loput 9 % (Ölly- ja kaasualan keskusliitto, 2008).

Tässä kappaleessa analysoidaan seuraavaksi tarkemmin öljyn keskeisiä käyttökohteita: liikennettä, teollisuuden raaka-ainelähdettä, sähkön ja lämmön tuotantoa sekä roolia maataloudessa.

### 2.4.1 Öljy liikenteessä

Öljyn ylivoimaisesti suurin käyttökohde on liikenne. Kaikesta liikenteestä 80-99 % tapahtuu öljyllä ja maasta riippuen 50-75 % öljystä meneekin ihmisten ja tavaroiden siirtäminen paikasta toiseen autoilla, lentokoneilla ja laivoilla.

Liikenteen kokonaiskulutuksesta suuri osa menee tavallisten kansalaisten liikkumiseen. Omilla autoilla mennään työpaikalle ja kouluun, ostoksille, virkistytymään ja vaikka sukulaisia tapaamaan. Autojen kokonaismäärä maailmassa on jo yli 600 miljoonaa ja vuosittainen tuotantokin on yli 50 miljoonaa kappaletta. Autot itsessään eivät ole jakautuneet maailmassa mitenkään tasaisesti; kehittyneissä maissa on auto jokaista kahta kansalaista kohti, kun taas koko maailman keskiarvo on yksi auto reilua kahdeksaa asukasta kohti (15 % maailman väestöstä omistaakin 85 % autoista). Autojen määrän kasvun lisäksi niillä ajettujen kilometrien määrä on ollut rajussa nousussa. Esimerkiksi Iso-Britanniassa keskimääräiset ajokilometrit ovat nousseet 1970-luvun kuudesta tuhannesta nykyiseen reiluun 20 000 per vuosi (Harvie, 2007).

Autojen käytössä ei ole kyse pelkästään mukavuudenhalukkuuden kasvamisesta, vaan myös ns. modernista, autoilua tukevasta kaupunkisuunnittelusta, joka on pohjautunut halvan polttoaineen olemassaoloon. Kaupunkirakenteen leviämisen ääriesimerkki on Yhdysvaltojen esikaupungistuminen, missä on vaikea edes elää ilman autoa.

Kokonaisuudessaan autojen tarvitseman öljyn ennustetaan jatkavan vääjäämätöntä kasvua. Aasian talouskehityksen seurauksena autojen kysyntä on voimakkaassa kasvussa. Esimerkiksi Kiinassa autojen määrän ennustetaan nelinkertaistuvan 140 miljoonaan vuoteen 2020 mennessä. Samanaikaisesti kehittyneiden maiden ihmisillä ei ole ollut halukkuutta muuttaa toimintatapojaan autoja vähemmän suosiviksi.

Liikenteen öljykulutuksesta noin 10 % menee tänä päivänä globaalisti voimakkaasti kasvaneeseen lentoliikenteeseen. Laiva-, raide ja bussiliikenteen osuudet ovat parin prosenttiyksikön luokkaa.

Lisääntyvien hiilidioksidipäästöjen ohella liikenteen kasvu on ongelmallista korvaavien energialähteiden vähäisyyden vuoksi. Liikenne pohjautuu voimakkaasti nestemäiseen polttoaineeseen, jolle ei tällä hetkellä ole montaakaan korvaavaa vaihtoehtoa edes pienessä mittakaavassa. Vaihtoehtojen tuottaminen vaatisi ennen kaikkea aikaa, investointeja ja infrastruktuurimuutoksia. Tilanne on erityisen hankala lento- ja laivaliikenteessä, joissa korvaavia vaihtoehtoja ei oikeastaan edes ole.

Kansalaisten liikkumisen lisäksi liikenne on merkittävässä roolissa yritystoiminnassa. Toimitusketjut ovat muuttuneet globaaleiksi, eikä kukaan ihmettele, jos tuotteen komponentit tulevat esimerkiksi Kanadasta, kokoonpano tapahtuu Kiinassa ja lopputuotteet myydään Saksassa. Koko globalisaatiokehityksen voidaan ajatella perustuvan tavaroiden helppoon, halpaan ja luotettavaan kuljettamiseen. Rubinin ja Talin (2008) mukaan öljyn hinnan nousu yli 100 dollariin per barreli merkitsee käytännössä samaa kuin tullimaksujen kolminkertaistaminen tai 45 vuoden työn tullimaksujen laskemisen puolesta pois pyyhkiminen.

Öljyn ja muunkin energian hinta- ja saatavuussokit vaikuttavat vähintään yritysten sijaintipäätöksiin ja saattavat jopa vaarantaa koko kansainvälisen kaupan. Amerikkalainen ruokayritys esimerkiksi siirsi tuotannon Kiinasta Meksikoon kohonneiden kuljetuskustannusten vuoksi. Meksikon palkkataso on viisinkertainen, mutta yritys säästi kustannuksissaan dollarin per tuote, koska kuljetuskustannukset pienenevät puoleen (Girotti & Kilgore, 2006). Polttoaineiden kallistuminen syö myös yritysten suosimien pienien ja tiheiden JIT-toimitusten hyötyjä ja vaikuttanee nopeasti varastopolitiikkoihin.



Vastaavasti tavaraliikenteen häiriöt heijastuvat heti yrityksiin ja kuluttajien arkeen. Kuljetusten toimimattomuuden vaikutuksia arvioitaessa tarvitsee vain katsoa Espanjan kesäkuun 2008 kuorma-autoilijoiden mielenosoituksia ja tiesulkuja. Espanjassa esimerkiksi Seat, Nissan Renault, Peugeot, Ford, GM ja Mercedes-Benz joutuivat keskeyttämään tuotantonsa, koska alihankkijoiden ja komponenttitoimittajien välttämättömät toimitukset eivät päässeet perille. Myöskään maataloustuotteet eivät päässeet perille ja kaupoista alkoi parissa päivässä loppua ruoka. Hallitus joutui jopa turvautumaan mellakkapoliiseihin toimitusten perillemenon varmistamiseksi. Kokonaisuudessaan kuljetusalan lyhytaikaisten protestien on laskettu maksavan Espanjalle 500 miljoonan euroa päivässä (Kippo, 2008). Laajamittaisen globaalin öljypulan kustannusvaikutuksia yrityselämälle ei uskalla edes arvioida. Jakeluhäiriöiden ja konkurssien myötä myös koko kriittinen perushuolto saattaa halvaantua.

## 2.4.2 Öljy teollisuuden raaka-aineena

Vaikka suurin osa öljystä kulutetaan erityyppisinä polttoaineina, teollisuus käyttää öljyä myös valmistusprosessin eri vaiheissa. Öljyn kokonaiskäytöstä noin 25-30 % kuluu teollisuudessa ja öljyllä tuotetaan jopa puolet teollisuuden energiatarpeesta. Teollisuuden tarpeiden ja käyttökohteiden ymmärtäminen on tärkeää, koska 1970-luvun tapaan mahdollisen öljypulan vaikutukset näkyvät nopeasti raaka-aine- ja materiaalipulana.

Jalostusprosessin puitteiden osalta öljyä käytetään sekä hyvin energiantensiivisessä raaka-aineiden kaivostoiminnassa että itse tehtaiden energialähteenä. Öljyn energialähteroolia on tasaisesti pienennetty viime vuosikymmeninä, mutta öljypulan iskiessä tehtaiden pyörittämisen haasteet kasvavat.

Öljyä käytetään teollisuudessa muun muassa muovien ja erilaisten kemikaalien raaka-aineena. Muovit ovat suurimmalta osalta öljypohjaisia ja niiden käyttö on yleistynyt voimakkaasti 1960-luvulta lähtien. Kulutuselektroniikkapuolelta esimerkiksi ei tunnu löytävän tuotetta, jossa ei olisi muovia. Muoveja käytetään myös muun muassa auton osissa, huonekaluissa, työkaluissa, pakkausmateriaaleissa, putkistoissa, lattioissa, ikkunoissa ja jopa talojen seinissä. Yksi kilo muovia vaatii noin 2,6 litraa öljyä ja öljyn kokonaismäärästä noin 4 % kuluu muovien raaka-aineena. Itse valmistusprosessi vaatii lisäksi melkein yhtä paljon öljyenergiaa. Muista energialähteistä kuin kevyestä raakaöljystä muoveja ei voida valmistaa. Öljyn hinta- ja saatavuussokkien tapauksessa joudutaan pohtimaan sitä, miten hyvin muovitarve pystytään korvaamaan esimerkiksi metallilla, lasilla, puulla ja kankailla.

Kemikaalien puolella öljyä käytetään varsinkin ruokahuollon kannalta tärkeiden torjunta-aineiden ja kasvimyrkkujen valmistamiseen. Maatalouden tuottavuus on siis hyvin pitkälle kiinni öljyn tarjonnasta. Teollisuuden toiminnan kannalta tärkeä tuoteryhmä ovat myös voiteluaineet, joiden avulla koneiden ja autojen toiminta varmistetaan.

Muita tuoteryhmiä, joiden raaka-aine on öljy, ovat asfaltti ja bitumi (esim. tiet ja vesieristeet), koko ajan tärkeämpään asemaan nousseet synteettiset kuidut (esim. rayon, nylon, polyesteri), useat lääketieteellisuuden tuotteet (esim. vaseliini) sekä vahat ja parafiinit (esim. huulipunat, kynttilät). Öljyä löytyy yhteensä yli 300 000 tuotteesta (ml. autonrenkaat ja maalit).

### 2.4.3 Öljy sähkön- ja lämmöntuotannossa

Öljyn rooli sähköntuotannossa on vähentynyt voimakkaasti 1970-luvun huippuvuosien jälkeen. Öljystä kuluu noin 3-8 % sähkön valmistukseen ja kotien lämmittämiseen. Sähkö ja lämpö (tilojen ja veden lämmittäminen) tuotetaan maailmassa tänä päivänä pääasiassa kivihiilellä, ydinvoimalla ja maakaasulla. Öljy on menettänyt asemansa kummassakin segmentissä reilussa 10 vuodessa, joten muutosta voidaan pitää rajuna. Yleisintä öljyn käyttö sähkön- ja lämmöntuotannossa on öljyntuottajamaissa. Alueellinen käyttö voi myös olla edelleen suurta rakennuskannasta ja muiden energialähteiden tarjonnasta johtuen (esim. Yhdysvaltojen kaakkoisosissa 40 % asunnoista öljylämmitteisiä)

Globaalin kehityksen tapaan Suomessakin öljyn rooli sähköntuotannossa on täysin muuttunut. Vielä 1970-luvulle öljyä polttamalla tuotettiin 15 kertaa enemmän sähköä kuin nykyään. Ainoastaan 1 % uudisrakentajista valitsee omakotitaloonsa öljylämmityksen. Rakennuskanta uusiutuu kuitenkin sen verran hitaasti, että pientaloista 24 % ja kerrostaloista 18 % on öljylämmitteisiä. Kevyellä polttoöljyllä lämpiää yli 250 000 pientaloa ja yli miljoonan henkilön koti. Öljyn hinnan nousu näkyy suoraan kuluttajien energialaskussa ja on pois muusta kulutuksesta. Viime vuoden hinnannousu on esimerkiksi nostanut Suomessa omakotitalouden vuotuisen energialaskun 1 500 eurosta 2 500 euroon.

Raskaalla öljyllä ja dieselillä on kuitenkin vielä tärkeä rooli keskeisen lämmön- ja sähköntuotannon varapolttoaineena. Ympäri maailmaa hiilivoimaloiden ja erityisesti kaasuvoimaloiden varapolttoaineena toimii lähes poikkeuksetta öljy. Varastointikustannusten takia tämän varapolttoaineen määrä lasketaan energiatuotannollisesti yleensä päivissä, enintään viikoissa. Tästä syystä öljyn katkeamaton toimitus muiden primääripolttoaineiden jakeluhäiriön aikana on ensisijaisen tärkeää. Suomessa maakaasupohjaisessa sähkön ja lämmön yhteistuotannossa varapolttoaine on lähes yksinomaan öljy.



#### 2.4.4 Öljy maataloudessa

Liikenteen ohella varsin öljykriittinen ala on maatalous. Vaikka julkista keskustelua ei asiasta ole kauheasti käyty, öljyn merkitystä kuluttajan ruokapöydässä ja yhteiskuntarauhan säilymisen osana ei tule aliarvioida. Historia on osoittanut, että yhteisöt pystyvät kukoistamaan ilman öljyä, mutta eivät ilman ruokaa.

Nykyaikainen maatalous on yllättävän energiantensiivistä. Esimerkiksi Vodran (2005) mukaan Yhdysvalloissa kolmasosa öljystä ja kaasusta käytetään ruokahuoltoon. Fossiilisia polttoaineita, pääasiassa öljyä, mutta myös maakaasua ja kivihiiltä, käytetään maatalouskoneiden valmistamiseen ja käyttämiseen, lannoitteiden ja tuholaismyrkkujen tekemiseen, sadon kasteluun ja kuivattamiseen, tuotosten säilyttämiseen ja kuljettamiseen, raaka-aineiden prosessointiin, valmiiden tuotteiden pakkauksiin, ruoan lämmittämiseen ja lopuksi kaatopaikan operointiin. Skebowskin mukaan alle 1 % ruokatuotteista on öljyvapaita.

Giampietro & Pimentel (1994) laskivat, että Yhdysvalloissa maatilalla vaaditaan kymmenen kaloria fossiilisia polttoaineita yhden ruokakalorin tuottamiseen. Näissä laskelmissa ei ole edes mukana itse lopputuotteiden valmistamisessa tarvittavia, usein öljypohjaisia lisäaineita ja vitamiineja, valmistuksessa tarvittavaa energiaa, pakkausten öljy- ja energiasisältöä eikä tuotteiden säilytystä tai kuljetusta. Öljyn mahdolliset tarjontaongelmat voivat siis asettaa koko ruokajärjestelmän vaakalaudalle.

Ruoan kulkemat matkat ovat nykyään myös varsin pitkiä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa ruoka matkustaa melkein 2 500 kilometriä alkulähteeltä kuluttajalla. Kuinka kauan on mahdollista kuluttaa 127 kaloria lentopolttoainetta yhden salaattikalorin kuljettamiseen Atlantin yli, 97 kaloria yhden parsakalorin tuomiseen Chilestä tai 66 kaloria yhden porkkanakalorin tuomiseen Etelä-Afrikasta? Tai onko mitään järkeä kuljettaa pullotettua vettä toiselta puolelta maapalloa?

Kyse ei ole pelkästään yksittäisistä lentokuljetuksista, vaan myös ns. modernin ruokatalouden verkostoitumisen ja skaalan tavoittelun luomasta energiariippuvuudesta. Analysoidessaan tomaattiketsupin tuotantoverkkoa Italiasta Ruotsiin tutkijat (Andersson et al., 1998) hahmottivat 52 prosessointi- ja kuljetusvaihetta. Tuotannontekijöitä prosessiin tuli muun muassa Belgiasta, Englannista, Hollannista, Italiasta, Japanista, Tanskasta ja Yhdysvalloista. Kuinka kauan nämä suuriin globaaleihin yksikköihin perustuvat sijaintistrategiat ovat taloudellisesti järkeviä?

Halpa öljy ja maatalouden tuottavuuden tehostuminen olivat ennakkoehto 1900-luvun globaalille väestönkasvulle. Huomionarvoista kuitenkin on, että ruoan energiatehokkuus (panos-tuotos -suhde) on teollistumisen ja globalisoitumisen myötä huonontunut merkittävästi. Maatalousyhteiskunnan aikaan energiatehokkuus oli noin 1:100, kun nyt ollaan jo lähellä 1:1 tasoa. Korkeampi öljyn hinta ja saatavuusongelmat todennäköisesti hillitsevät väestönkasvua ja saattavat kääntää sen jopa laskevaksi. Vaikutukset lannoite- ja tuholaismyrkkymarkkinoihin nostavat ruoan hintaa ja lisäävät tuotannon laatuongelmia. Todennäköisesti kehittyneissä maissa tullaan näkemään uudelleen sairauksia, joista luultiin päästyn jo eroon.

Negatiiviselta kuulostavaa kehitystä voitaisiin hidastaa globaaleja rakenteita purkamalla ja valmistusprosessin paikallisuutta lisäämällä. Tässä kuitenkin törmätään vielä alhaisiin kapasiteetteihin ja investointihaluttomuuteen. Paikallisuus tarkoittaa kuluttajille myös uudelleen toteuttelua paikallisiin ”herkkuihin”, mikä saattaa onnistua vasta pakon edessä. Yleiseen maatalouskeskusteluun tulevat nousemaan varsin nopeasti myös erilaiset teknologiset innovaatiot luomuruoasta paljon parjattuihin vähemmän öljyriippuvaisiin geenimuunneltuihin ruoka-aineisiin.

Viimeaikainen kiinnostus biopolttoaineita kohtaan on myös ongelmallista ruokatuotannon kannalta. Yhdysvalloissa esimerkiksi tällä hetkellä 24 % maissista käytetään etanolin valmistukseen (NCGA, 2008). Maatalouden tuottavuuden pudotessa nykyisten ihmismäärien ruokkiminen on jo itsessään haastavaa saati sitten tilanteessa, jossa peltopinta-alaa käytetään autojen ruokkimiseen.

Pitkälle kehittynyt energiapula saattaa jopa pakottaa ottamaan mallia 1990-luvun Kuubasta. Energian hinnan noustessa Neuvostoliiton hajoamisen seurauksena pilviin Kuubassa pienennettiin maatilakokoa, koneet korvattiin härillä, kansa siirtyi kasvis- ja hedelmäpainotteiseen ruokavalioon, maatalouskoulutusta lisättiin, ihmisiä kannustettiin taloudellisesti asumaan ja työskentelemään maatiloilla, ja tuotannossa keskityttiin yksinkertaisiin tuotteisiin (esim. vehnän ja riisin tuotantoa karsittiin). Kuuban malli kuulostaa länsimaiseen elämäntapaan tottuneelta karulta, mutta energiakulutus mallissa on vähäistä ja kansa saa tarpeeksi ruokaa.

Päinvastainen tilanne on Pohjois-Koreassa, jossa Neuvostoliiton hajoamisen aiheuttama krooninen energiapula on johtanut koko maatalousjärjestelmän luhistumiseen (Boys, 2004). Ilman energiaa ei pystytty käyttämään koneita, kastelemaan viljelmiä, tuottamaan kemikaaleja



ja vara-osia eikä kuljettamaan panoksia ja tuotoksia. Maaperän hedelmällisyys ja viljakasvien tuotantomäärät romahtivat ilman lannoitteita ja kansa kärsii edelleen laajamittaisesta nälänhädästä.

Yhteiskunnallisesti epävarmuutta lisää aikaisempien kokemusten puute siitä, miten hinta- ja saatavuusmuutokset vaikuttavat kansainväliseen ruokajärjestelmään ja millaisia kerrannaisvaikutuksia sillä saattaa olla. Ruokapula voi länsimassakin aiheuttaa Afrikan maiden tapaan muutosvastarintaa ja yhteiskunnallista paniikkia. Ei ole myöskään poissuljettua, että isotkin ihmismassat saattavat lähteä liikkumaan maasta toiseen. Energiapulan ja nälänhädän suhde ei ehkä tulevaisuudessa olekaan enää pelkkä akateeminen harjoitus.

## 2.5 Öljyn tarjonta

Edellisessä osiossa keskityttiin öljyn käyttökohteisiin ja kysynnän kasvun arviointiin jatkuvan myös tulevaisuudessa. Historiallisesti öljyn tarjonta on seurannut kysyntää paria poliittista konfliktiaikaa lukuun ottamatta. Öljyä on riittänyt maan alla ja tuottajat ovat muuttaneet tuotantomääriään kysyntää vastaaviksi sopivien markkinahintojen ylläpitämiseksi. On ollut siis taloudellisesti rationaalista varastoida öljy maan alle ja pumpata sitä tarpeen mukaan ylös. Kun esimerkiksi vuonna 1988 öljyä tuotettiin 55 miljoonaan barreliä päivässä niin joka päivä jätettiin 15 miljoonaa barreliä nostamatta (ns. shut-in production).

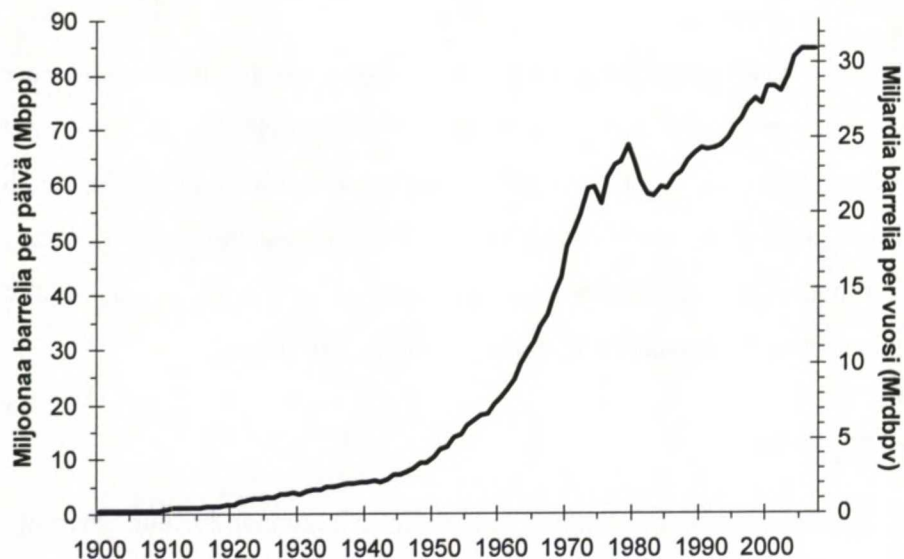
Tänä päivänä tilanne on toinen. Kysynnän kasvaessa päivätuotantomäärät ovat nousseet reilusti yli 80 miljoonan barrelin ja kaikki nostetaan, mitä pystytään. Hanoja ei voi kääntää enää yhtään enempää auki. Tarjontaongelmasta on tulossa krooninen.

Tässä kappaleessa selvitetään tarkemmin tarjonnan nykytilaa ja analysoidaan tulevaisuuden tarjonnan kannalta keskeisten muuttujien, kuten jäljellä olevien reservien, uusien löytöjen ja epätavanomaisten öljylaatujen tilannetta.

### 2.5.1 Tarjonnan nykytilanne

Reilun sadan vuoden aikana maapallon öljyvaroista on pumpattu ylös yli 1 000 miljardia barreliä. Vuosittaiset tarjontamäärät ovat nousseet tasaisesti kysynnän mukana ja vuonna 2007 öljyä tuotettiin päivittäin noin 85 miljoonaa barreliä eli yhteensä 31 miljardia barreliä koko vuonna (kuva 2-9). OPEC-maiden osuus tuotannosta on noin 35 Mbpp (eli noin 40 %) ja muiden valtioiden 50 Mbpp. Kolme suurinta tuottajamaata, Saudi-Arabia, Venäjä ja

Yhdysvallat, tuottavat kokonaismäärästä noin 45 % muiden merkittävien öljymaiden tuottaessa kukin noin 3-4 % tarjonnasta (taulukko 2-1).



**Kuva 2-9** Öljyn tuotantomäärät 1900-2007 (www.oilposter.org ja EIA, 2008)

Kuten kuvasta nähdään, öljyntarjonta on kasvanut melko tasaisesti ja tilapäishäiriöitä lukuun ottamatta kysyntään on pystytty vastaamaan. Viime aikoina tarjontataivaalle on kuitenkin alkanut ilmestyä ikäviä pilviä. Tuotantomäärät ovat jymähtäneet 85 Mbpp:n tasolle ja alan kapasiteettivara on pienentynyt melkein olemattomiin. Pienetkin tuotantokatkokset, kuten lyhyt lakko Venezuelassa, nostavat rajusti öljyn markkinahintaa.

Tuotantorakenteen kannalta keskeiset öljykentät ovat myös vanhentumassa. Puolet maailman öljystä pumpataan 120 suurimmalta kentältä (suurimmat kentät taulukossa 2-3). Näistä suurkentistä 95 % on vähintään 25 vuotta vanhoja ja 50:n kentän päivittäiset tuotantomäärät ovat jo laskussa (DiPeso, 2005).

**Taulukko 2-3** Suurimmat öljykentät ja niiden päivittäinen tuotantomäärä

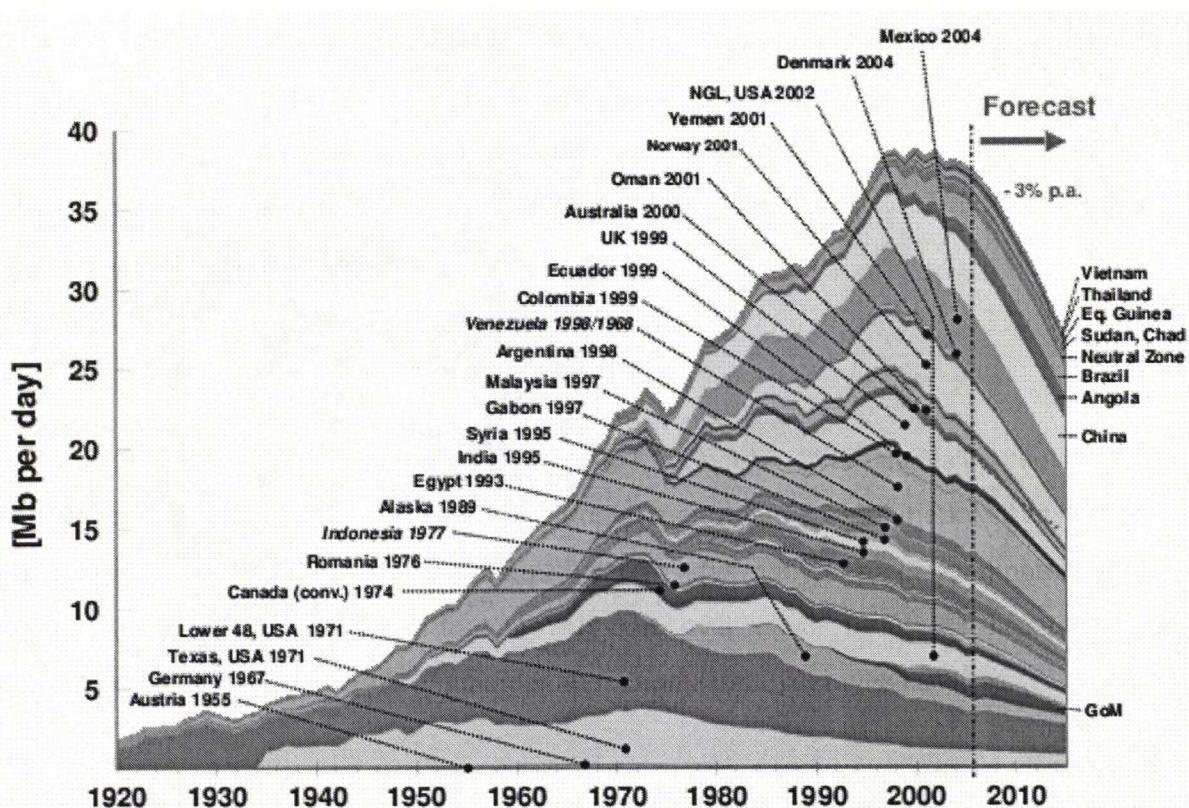
| Öljykenttä ja sijainti |                   | Tuotantomäärä<br>(Mbpp) |
|------------------------|-------------------|-------------------------|
| Ghawar                 | Saudi-Arabia      | 4,90                    |
| Safaniya               | Saudi-Arabia      | 2,01                    |
| Akal                   | Meksiko           | 1,73                    |
| Greater Burgan         | Kuwait            | 1,35                    |
| Rumalia                | Irak              | 1,20                    |
| Zakum                  | Arabiemiirikunnat | 0,77                    |
| Ahwaz                  | Iran              | 0,76                    |
| Samotlor               | Venäjä            | 0,70                    |
| Saertu                 | Kiina             | 0,60                    |
| Shaybah                | Saudi-Arabia      | 0,59                    |

Lähde: Wall Street Journal 22.5.2008

Yksittäisten kenttien ohella useiden maiden öljyvarannoista on pumpattu ylös jo yli puolet ja niiden tuotantomäärät ovat laskussa. BP:n analyysin mukaan jo 25 isoa ja 40 pientä tuottajaa



kärsii laskevista volyyymeistä (Haines, 2007b). Kuvasta 2-10 nähdään tuotantohuipun ohittaneiden maiden kokonaistuotanto ja huippujen ajoittuminen. Esimerkiksi ensimmäisenä öljyä laajamittaisesti löytäneen ja pumpanneen Yhdysvaltojen tuotantohuippu ajoittui jo vuoteen 1971. Amerikkalaisten tuotantovolyymit ovat olleet tasaisessa laskussa huipun jälkeen. Melkein kaikkien ei-OPEC maiden tuotantomäärät ovat myös laskussa.



**Kuva 2-10** Öljyhuipun ohittaneiden maiden vuotuinen kokonaistuotanto ja huippujen ajankohdat (ASPO, 2007)

Öljyn tarjonnan nykytilaa arvioidessa esille nousee nopeasti kaksi eri koulukuntaa, jotka painottavat eritavalla geologisia ja ympäristötekijöitä. Geologian kannalta tilannetta katsovat korostavat, että tuotantomäärien pysähtyminen ja alueellinen putoaminen on luonnollinen seuraus öljyresurssien käytöstä. Kun puolet yksittäisen kentän öljystä on pumpattu, paine ja virtaukset laskevat maan alla, eikä tuotantokykyä enää pystytä nostamaan. Pumppaamalla kaasua tai vettä maan alle voidaan tuotannon putoamista tilapäisesti hidastaa, muttei pysäyttää. Esimerkiksi maailman suurimpaan öljykenttään, Ghawariin, pumpataan seitsemän miljoonaa barreliä suolavettä päivässä, jotta öljyä voidaan tuottaa 4,9 miljoonaa barreliä. Pakonomainen tuotantomäärän tukeminen lisää myös vettymisriskiä ja lyhentää kentän tuotannollista elinikää (esim. Ghawarista nousee entistä enemmän vettä).



Geologisen näkökannan puolesta puhuu myös suurten öljy-yhtiöiden laskevat tuotantomäärät. Viimeisen kolmen vuoden aikana viiden suurimman öljy-yhtiön tuotantomäärät ovat laskeneet ja 24 suurimman yhtiön osalta pysyneet samoina, vaikka öljyn etsimiseen ja tuotantoon on lisätty investointeja (Haines, 2007b).

Vastakkaisen näkökannan kannattajat näkevät tarjonnan pysähtymisen johtuneen ennemminkin resurssirajoitteista ja epävarmuudesta. Heidän mukaansa öljyn toimitusketjussa (porauslautat, putket, tankkerit, jalostamot, työntekijät) on pullonkauloja, jotka rajoittavat tuotantokykyä. Öljyalueiden poliittisten epävarmuuksien aiheuttama investointiriski on myös rajoittanut tarvittuja poraus- ja infrastruktuuri-investointeja. Investointien vähyyteen on myös vaikuttaneet valtioiden porausrajoitteet (esim. ANWR Alaskassa) ja epävarmuus öljyn yleisestä kysynnästä (esim. miten öljypainoiteista liikenne on 20 vuoden päästä). Näkemyksen kannattajat uskovat tarjonnan pysähtymisen olevan siis ainoastaan tilapäistä ja kasvavan tulevaisuudessa kohdistettujen investointien, poliittisen tuen, markkinahintojen nousun, teknologian kehittymisen ja kysynnän epävarmuuden vähentymisen myötä.

### 2.5.2 Öljyreservien määrittely ongelmallista

Öljyreserveillä tarkoitetaan tunnettujen öljykenttien arvioituja raakaöljymääriä, jotka voidaan tällä hetkellä sekä taloudellisesti että teknisesti pumpata ylös. Öljyreservien määrä on itse asiassa koko kysyntä-tarjontakeskustelun ydin, koska se vaikuttaa keskeisesti tarjonnan määrään ja ajalliseen jakautumiseen. Reservilukujen analysointi on kuitenkin käytännössä äärettömän vaikeaa, koska lukuihin liittyy paljon salailua, mittauseroja ja erilaisia arvioita teknologian kehittymisen vaikutuksista.

Öljyala on aina ollut tunnettu salailusta, eivätkä reservitiedot tee tästä poikkeusta. Monet tahot salaavat täysin omat reservinsä, eikä objektiivista tietoa ole saatavilla. Vahvojen poliittisten ja taloudellisten intressien vuoksi reserviarvioihin ja -tiedottamiseen kuuluu erottamattomana osana omien tarkoitusperien edistäminen. Öljyntuottajamaiden yleisenä intressinä on vaalia luottamusta omaan tarjontaansa ja rajoittaa kilpailevien teknologioiden markkinoiden kehittymistä. Öljy-yhtiöiden osalta hallussa olevat reservit vaikuttavat suoraan niiden markkina-arvoon, joka helposti inflatoi arviot maan alaisista varastoista. Viimeisiin vääristelyistä kiinni jäänyt yritys oli Shell, joka vuonna 2004 joutui laskemaan reserviarvioitaan 25 %. Valtiollisilla tutkimuslaitoksilla on vuorostaan poliittinen paine arvioida reservit yläkanttiin, etteivät rahoitusmarkkinat pelästy ja yhteiskuntarauha kärsi. Eri osapuolet



toimivat tietysti omalta kannaltaan rationaalisesti, mutta markkinoiden toimivuuden näkökulmasta tilanne on ongelmallinen.

Reserviarvioihin liittyy myös sisäisiä voimia, jotka vääristävät arvioita. OPEC-maita on historiallisesti syytetty reservitietojen tarkoituksellisesta yliarvioimisesta suurempien pumppauskiintiöiden saamiseksi. Esimerkiksi 1980-luvun loppupuolella usea OPEC-maa korotti yksipuolisella ilmoituksella reserviarvioitaan. Esimerkiksi Arabiemiirikunnat nosti reserviarvionsa 31 miljardista barrelistä 92 miljardiin, Iran 49:stä 93:een, Irak 47:stä 100:aan, Venezuela 25:stä 56:een ja Saudi-Arabia 170:stä 258:aan. Näiden näennäiskorotusten, joille ei ollut selvää geologista tai teknistä syytä, vaikutus globaaliin reserviarvioon on arvioitu olevan 300-400 miljardi barrelia.

Campbellin mukaan (DiPeso, 2005) pörssiyritysten osalta markkinavalvojien rooli on myös vaikuttanut reserviarvioihin. Pörssirikossyytösten välttämiseksi yritykset arvioivat varmuuden vuoksi reservit aluksi alakanttiin ja myöhemmin nostavat niitä. Nämä nostot ovat sitten aiheuttaneet sijoittajissa odotuksen tasaisesta reservien kasvusta, johon yritykset ovat joutuneet vastaamaan inflatoimalla reservilukujaan.

Sen lisäksi, että tietoihin liittyy salailua, myös itse reservien määrien mittaaminen on hankalaa. Reservitiedot ovatkin vain estimaatteja, jotka lasketaan ekstrapoloimalla nykyisten kenttien tuotantotietoja ja arvioimalla geologisia muuttujia. Menetelmien kvalitatiivisuudesta johtuen arvioissa onkin paljon eroja. Esimerkiksi Saudi-Arabian reservien määrästä löytyy useita eri arvioita; Saudi Amarco 390, Oil & Gas Journal 360, HIS Energy 310B ja Wood Mazkenzie 230 miljardia barrelia (Hoffman, 2005). Matthew Simmons suhtautuu kirjassaan ”Twilight in the Desert” (2006) estimaatteihin arvauksina, koska hänen tutkimustensa mukaan lähteiden virtausten riittämätön tutkiminen on johtanut systemaattiseen yliarviointiin. Simmons myös kysyy, miksi Saudi-Arabian tuotantovolyymit laskevat, vaikka reservit ovat korkeat? Ovatko reservit mahdollisesti arvioitu väärin ja saudit yrittävät korvata tuotantoa raskaalla öljyllä. Simmons uskoo reservilukujen siis olevan varsin inflatoituneita ja huomauttaa myös, että 90 % reserviarvioista on estimaatteja, joita ulkopuolinen osapuoli ei ole päässyt varmistamaan.

Kolmas reservien määrittämistä hankaloittava muuttuja on teknologian kehitys. Reserveihin lasketaan öljykenttien öljyn kokonaismäärästä ainoastaan se osa, joka on nykyteknologialla taloudellisesti mahdollista pumpata ylös. Teknologian kehittyminen mahdollistaa aikaisemmin kannattamattoman öljyn ylösnostamisen ja näin ollen kasvattaa öljyreservejä.

Maan päällä käytettävistä teknologioista apua on saatu muun muassa seismisestä 3-D öljynetsinnästä, joka nostaa poraustodennäköisyyksiä ja mahdollistaa pienempien öljytaskujen löytämisen. Maan alaisista kehityskohteista hyödyllisiä ovat olleet varsinkin veden ja kaasun pumppaus öljykenttiin öljyn ohjaamiseksi, virtauksien parantamiseksi ja pumppauksen kustannusten laskemiseksi, sekä poikittaissuuntaisen porausteknologian kehittyminen. Reilun 25 vuoden aikana teknologian kehitymisellä on arvioitu kasvatetun globaaleja reservejä satoja miljardeja barreleita, vaikka öljyä on samaan aikaan pumpattu ylös kiihtyvällä tahdilla (vuonna 1980 reservit arvioitiin 700 miljardin kokoiseksi). Viimeaikaisen öljynhintojen nousulla on sanottu myös olevan reserveitä kasvattava vaikutus.

Teknologian vaikutuksesta reserveihin on alalla useita eri mielipiteitä. Saudi-Arabian öljyministeri Ali Naimi esimerkiksi arvioi julkisesti pari vuotta sitten teknologian mahdollistavan 200 miljardin barrelin reservikasvun. Vastaavasti useat toteavat, että reservit eivät aina kasva, kasvuennusteet ovat yliarvioituja ja kasvu saattaa auttaa tulevaisuuden öljyvajeen kattamisessa, mutta ei poista sitä.

Arvioita jäljellä olevien hyödynnettävien tavanomaisen öljyn reservien todellisesta määrästä voidaan edellä käsitellyn perusteella pitää parhaimmillaankin vain hyvinä arvioina. Viime vuosien ennusteista kaikkein optimisimmat ovat olleet Cambridge Energy Research Associates -tutkimuslaitoksen (CERA, 2006) arvio 3 700 miljardista barrelistä ja U.S Geological Surveyn 1 900 miljardista barrelistä. Kummankin arvion taustalla on vanha usko teknologian kehityksen vaikutuksiin. Yksi alhaisimmista arvioista on vuorostaan Campbellin 900 miljardia barrelia. Hänen laskelmansa perustuvan ekstrapolaatioon lähteiden laskevista tuotantomääristä ja uusien löytöjen laskevista tuotoista.

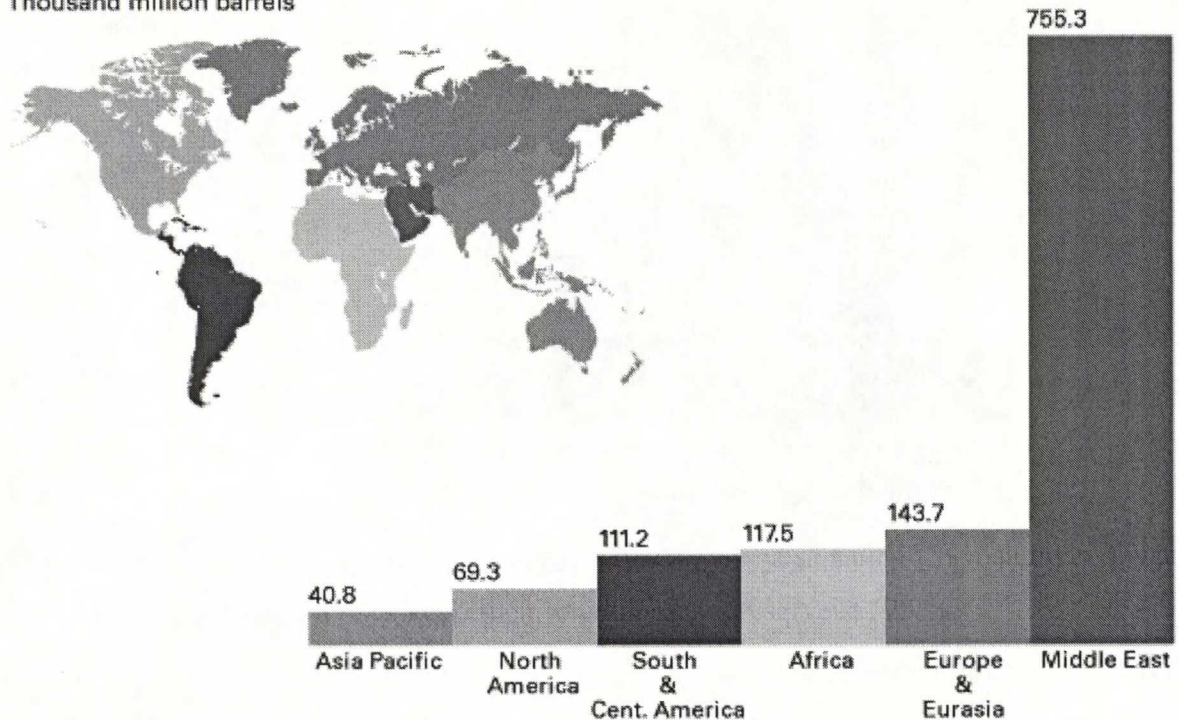
Yleisimmät sekä öljy-maiden ja -yhtiöiden omat arviot vaihtelevat 1 000 - 1 200 miljardin barrelin välillä (Hoffman, 2005). Jäljellä on suurin piirtein saman verran öljyä kuin tähän mennessä on pumpattu ylös. Mikäli kysyntä ei kasvaisi yhtään ja öljyä saataisiin nostettua maasta vakionopeudella nykyiset reservit siis riittäisivät 30-35 vuodeksi. Arviot eroavat toisistaan hieman sen mukaan, kuinka paljon niihin on sisällytetty epätavallisempia öljyeriä (kuten raskas öljy, syvämeren öljy ja arktinen öljy sekä kaasunesteet) ja kuinka paljon arvioidaan öljyä vielä löydettävän.

Reservilukujen lisäksi on oleellista huomioda, missä reservit sijaitsevat ja ketkä ne omistavat. Lähi-idän merkitys tulee jatkossa entisestään korostumaan koska 2/3 jäljellä olevasta öljystä sijaitsee kyseisellä alueella (kuva 2-11). Tuotannon painopisteen maantieteellinen muutos on



selkeä, koska tällä hetkellä kaikki OPEC-maat tuottavat yhteensä vain 40 % maailman öljystä. Saudi-Arabian rooli on erityisen keskeinen sen omistaessa reserveista 25 %.

Proved reserves at end 2007  
Thousand million barrels



**Kuva 2-11** Maailman öljyreservien maantieteellinen jakautuminen (BP, 2008)

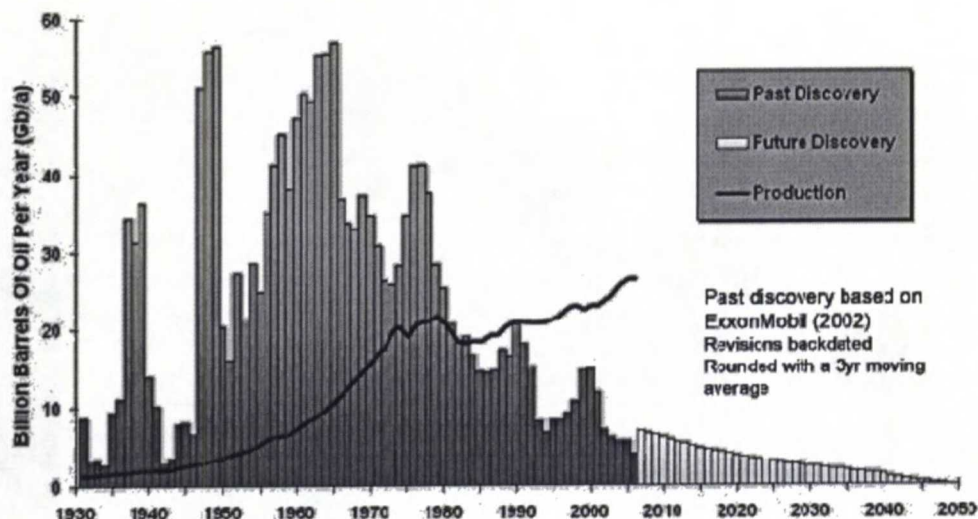
Huomion arvoista on myös, että 88 % öljyreserveista on kansallisissa käsissä (omistus ja/tai operointi) ja vain 12 % isojen globaalien öljy-yhtiöiden hallussa. Kansallisten öljy-yhtiöiden tuottoja saatetaan sijoittaa öljyinfrastruktuurin sijaan ”suosittuihin” sosiaaliohjelmiin, jolloin reservien kehittäminen vähenee ja hidastuu.

### 2.5.3 Uuden öljyn löytäminen harventunut

Öljyn löytämisen historian alkujuuret ovat Bakussa ja Luoteis-Pennsylvaniassa. Maailman ensimmäinen öljylähde porattiin Bakussa vuonna 1848 venäläisen insinöörin Semjenovin toimesta. Vastaavasti Yhdysvalloissa onnistuttiin ensimmäisen kerran löytämään öljyä tarkoituksenhakuisesti poraamalla vuonna 1859. Löytäjänsä mukaan Drakeksi nimetty lähde vaati poraamisen 21 metrin syvyyteen ja tuotti päivässä alle 20 barrelia öljyä. Vaikka löytö ei itsessään ollut suuri, se sai yhdessä yössä aikaiseksi kultakuumeeseen verrattavan ryntäyksen. Vuosittain löydetyn öljyn määrä kasvoi Yhdysvalloissa 1930-luvulle asti.

Suuret läpimurrot öljylöytöjen kohdalta ovat kuitenkin mennyttä maailma. Vuodesta 1981 lähtien vuosittainen tuotanto on ollut vuosittaisia löytöjä suurempaa (kuva 2-12). Tänä

päivänä kulutamme 3-5 kertaa enemmän öljyä kuin löydämme sitä. Toisin sanoen maapallo syö öljyvarantojaan kiihtyvässä tahdissa.



**Kuva 2-12** Vuosittainen löydetyn öljyn määrä ja tuotanto

Edellä olevasta kuvasta huomataan, että öljylöytöjen globaali huippu ajoittui 1960-luvulle, kun Lähi-idän merkittävät kentät löydettiin. Vuosikymmenen keskimääräiset öljylöydöt ylittivät tuolloin 47 miljardia barreliä vuodessa. 1970-lukulla löydettiin Pohjanmeren öljy- ja kaasuvarannot, joita voidaan pitää viimeisinä suurina löydettyinä alueina. Vuosikymmenen öljylöytöjen keskiarvo putosi kuitenkin selvästi alle 35 miljardiin barreliin per vuosi. Venäjä ja Länsi-Afrikka olivat vuorostaan keskeisiä uusien löytöjen paikkoja 1980- ja 1990-luvulla, mutta uutta öljyä löydettiin keskimäärin vain 20 miljardia barreliä vuodessa. Tänä päivänä ollaan jo alle 10 miljardin barrelin vuotuisissa löytöluvuissa. Öljyn löytöhuipun ajoittuminen reilun 40 vuoden taakse luonnollisesti tarkoittaa, että suurimmat öljykentät alkavat olla jo vanhoja ja lähes loppuun pumpattuja.

Vaikka löydösten määrä on pudonnut rajusti ja merkittäviä löytöjä tehdään entistä harvemmin, öljyä toki edelleen löytyy. Aikaisempien löytöjen perusteella on ekstrapoloitu maaperästä löytyvän vielä 150 miljardia barreliä. Jäljellä oleva öljy on kuitenkin entistä vaikeammassa paikoissa, kuten äärettömän syvällä meren pohjassa tai pohjoisnavan alla. Tämä ei kuitenkaan ole estänyt öljymaita ja -yhtiöitä tavoittelemasta niitä. Asianosaiset uskovat teknologian kehityksen jossain vaiheessa mahdollistavan uusien löytöjen hyödyntämisen.

Realismiin taipuvalaiset asiantuntijat kuitenkin muistuttavat, että öljyalan historia on täynnä suuria odotuksia ja karvaita pettymyksiä. Yksittäiset poraukset eivät vielä takaa mitään. Viime aikoina uusien kenttien hyödyntäminen on myös ollut arvioitua hitaampaa (esim. BP:n



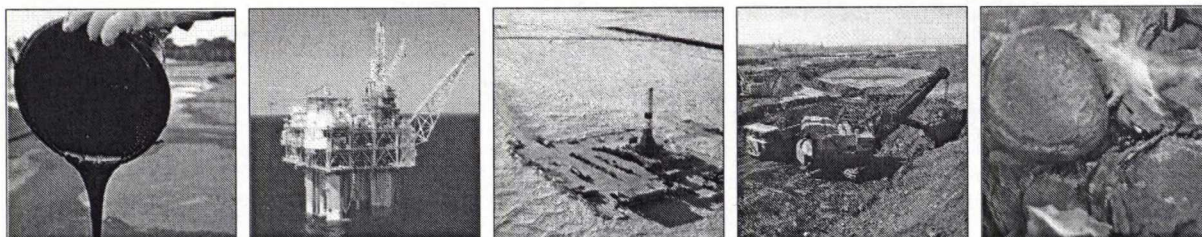
Thunder Horse Meksikonlahdella ja ENI:n Kashaga Kazakstanissa (Haines, 2007a)) ja rajallisten määrien vuoksi löytöjen merkityksen uskotaan olevan globaalille öljytaloudelle pieni.

Löydetyn öljyn pienenevien määrien lisäksi huomiota on kiinnitetty huononeviin energiasuhteisiin. Kun 1900-luvun alussa koko löytämis- ja pumppausprosessin energiakulutus suhteessa tuotetun öljyn energiamäärään oli 1:100, niin Saudi-Arabiassa suhde on nyt 1:10 ja tuotettujen öljynmäärien kannalta ehtoovaiheessa olevassa Yhdysvalloissa jo 1:3. Mitä vähemmän öljyä on jäljellä, sitä kalliimmaksi ja hitaammaksi sen tuottaminen tulee.

## 2.5.4 Epätavanomaiset öljyalaadut

Maapallon öljyvarat eivät ole keskenään samanlaisia vaan eroavat laadun, sijainnin ja sitoutumiskohteen kannalta. Suuri osa tähän mennessä pumpatusta öljystä on ollut kevyttä, pienimolekyylistä ja kellanruskeaa niin sanottua ”light & sweet” öljyä. Tätä korkealaatuisinta öljyalaatua on helppo pumpata juoksevuutensa (”light”) takia. Lisäksi se on vapaata erilaista rikki- ja typpiepäpuhtauksista (”sweet”), joten sitä on helppo jatkojalostaa useaksi eri tuotteeksi.

Valitettavasti tämä laadultaan paras öljy alkaa olla loppumassa, joten jatkossa entistä suurempi osa öljystä pitää tuottaa ns. ei-konventionaalisista esiintymistä: raskaasta öljystä, syvänmeren öljystä, arktisesta öljystä, öljyhiekasta ja öljyliuskeesta (kuva 2-13). Epätavanomaisia öljyalaatuja pidetään epätavanomaisina monesta syystä; ne ovat pääoma-  
valtaisia, vaativat paljon energiaa ja ovat sekä taloudellisesti että ympäristöllisesti kalliita. Lisäksi niiden hyödyntämiseen tarvittavan kapasiteetin ja verkoston rakentaminen vie vuosikymmeniä. Parhaan öljyalaadun vähentyessä huomio on kuitenkin pitänyt kääntää aiemmin toisarvoisiin lähteisiin.



**Kuva 2-13** Epätavanomaiset öljyalaadut

Merkittävä osa jäljellä olevasta öljystä on *raskasta*, suurimolekyylistä, lähes mustaa niin sanottua ”heavy & sour” öljyä. Raskas öljy on jähmeäliikkeistä (”heavy”) ja sitä on hankala pumpata sen sisältävän öljyvahan vuoksi. Öljyn rikkipitoisuus on myös korkea (”sour”) ja se

sisältää muitakin epäpuhtauksia. Raskasta öljyä on kalliimpaa pumpata, kuljettaa ja jalostaa. Moni jalostuslaitos ei vielä edes pysty käsittelemään raskasta öljyä ja vaatii uudistusinvestointeja. Raskasta öljyä löytyy paljon muun muassa Venezuelasta (reservit 1 200 miljardia barreliä).

Kiinnostus öljyn poraamiseen merten *syvyyksistä ja arktisilta* kylmiltä alueilta on kasvanut helppojen kohteiden loppumisen myötä. Meren pohjasta on pumpattu öljyä Meksikonlahdella, Pohjanmerellä, Kauko-Aasiassa, Länsi- ja Pohjois-Afrikassa ja Kanadassa. Viime aikoina aikaisempaa syvemmältä öljyä on löydetty Meksikonlahdelta ja Brasiliasta. Syvämeren lähteistä tekevät erityisen haastavia useiden kilometrien paksuiset vesimassat ja kovat kiviainekset (esim. kristalloitunut suola). Lisäksi kentät ovat olleet melko pieniä, huonosti skaalautuvia ja kustannuksiltaan korkeita. Syvyyksien lisäksi öljyporaajia kiinnostavat aikaisempaa enemmän arktiset olosuhteet. Alaskasta on pitkän aikaa haluttu saada lisää porausoikeuksia ja Pohjoisnavan omistusoikeuksista taistelevat kaikki kynnelle kykenevät. Olosuhteet ovat kuitenkin hankalia ja Alaskaa lukuun ottamatta näyttöjä porauksen onnistumisesta ei ole. Laajamittaisen tuotannon aloittaminen myös kestää. Alaskankin tapauksessa tuotanto alkaisi vasta vuonna 2013 tai 2015 ja tuotantokapasiteetti olisi vain noin miljoona barreliä päivässä. Pitkän tähtäimen olosuhteita ennustettaessa kannattaa kuitenkin huomioda, että pessimistisimpien ilmastotutkijoiden mukaan Jäämerellä voisi olla ensimmäinen öljynporausloutta vuonna 2030.

*Öljyhiekka ja öljyliuske* ovat öljyn erikoisempia sitoutumiskohteita. Öljyhiekka (tar sand) on Kanadasta ja Venezuelasta löytyvää, hiekanjyviin sitoutuneita raskaita hiilivetyjä. Bitumikalvo ympäröi hiekan jyviä ympäröivää vesivaippaa ja se pitää erotella ennen jalostamista höyrystämällä hiekkaa vedessä maakaasun avulla. Öljyhiekassa on bitumia 1-20 % ja erotteluprosessi on varsin energia- ja pääomaintensiivistä. Yhden öljybarrelin tuottaminen vaatii muun muassa 4 000 kiloa hiekkaa, 300-600 litraa vettä, 0,25 barreliä öljyä ja paljon rajallisista maakaasua (Floegel, 2007). Laajojen luonto- ja vesistörasitusten lisäksi yhden barrelin tuottaminen aiheuttaa 80 kilon hiilidioksidipäästöt.

Öljyhiekan hyödyntäminen aloitettiin Kanadassa vuonna 1967 ja tällä hetkellä siitä tuotetaan öljyä miljoona barreliä päivässä. Tuotantomääriä on laskettu kyettävän nostettavaksi vuoteen 2015 mennessä 2 Mbpp:n tasoon ja vuoteen 2020 3 miljoonaan barreliin päivässä. Vaikka optimistisissakin arvioissa hiekasta pystytään tuottamaan vain 4 Mbpp, hiekkaan ollaan valmiita investoimaan 20 miljardia dollaria vuodessa sen suurten reservien vuoksi. Hiekan



öljyreservien arvioidaan olevan 175 miljardia barrelia eli melkein saman verran kuin Saudi-Arabian öljyreservit ovat. Jalostamisen taloudellisen kannattavuuden arvioidaan lisääntyvän öljyn hinnan noustessa ja teknologian kehittyessä.

Öljyliuske (oil shale) on sedimenttikiven sisältämiä kerogeenisia (kiinteä sekoitus orgaanisia yhdisteitä) luiskeita, joista voidaan pyrolyysin avulla valmistaa nestemäisiä hiilivetyjä ja jalostaa öljyä. Merkittäviä määriä öljyliusketta löytyy Yhdysvalloista, Venäjältä ja Kiinasta. Liuskeen reservit arvioidaan olevan moninkertaiset öljyhiekkaan verrattuna (esim. USAssa yli 1 000 miljardia barrelia), mutta öljyn erottelu kiinteästä materiaalista on erittäin kallista ja ympäristöä rasittavaa. Öljyn valmistamista öljyliuskeesta ennen vuotta 2020 ei pidetä realistisena.

## 2.6 Öljyn hinta ja siihen vaikuttavat syyt

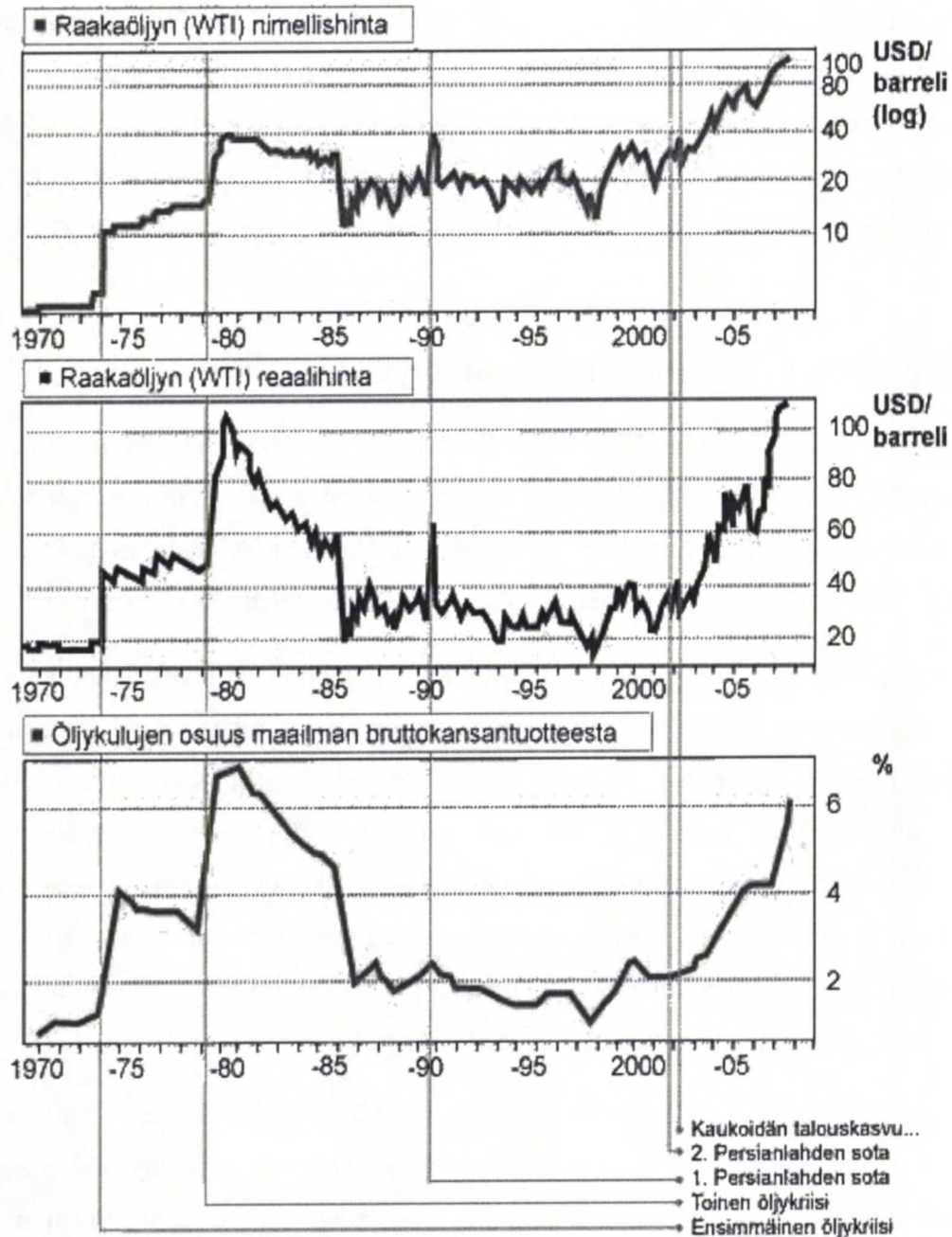
Kaikista globaaleilla raaka-ainemarkkinoilla myytävistä hyödykkeistä öljy on aina saanut eniten huomiota osakseen. Öljyasiat ovat usein esillä mediassa Lähi-idän geopoliittisen tilanteen vuoksi ja kuluttajat törmäävät öljyn hintamuutoksiin omakohtaisesti huoltoasemilla. Moni kykeneekin sanomaan, kuinka paljon raakaöljy juuri tällä hetkellä maksaa.

Öljyn markkinahinnoista löytyy tietoutta 1860-luvulta lähtien. Alkuaikoina hinnoissa oli melko paljon vaihtelua, mutta teollistumisen ja autoistumisen aikakaudella vuosina 1930-1970 öljyn hinta pysyi melko tasaisena (varsinkin reaalisesti). Kuvasta 2-14 nähdään raakaöljyn nimellinen ja reaalin hintakehitys vuodesta 1970 eteenpäin. Kuten huomataan, ensimmäisen selkeät hinnanvaihtelut ajoittuvat 70-luvun alkuun ja OPEC-maiden reaktioon Israelin Yom Kippur -sotaan. Tarjonnan selektiivinen rajoittaminen eli ns. ensimmäinen öljykriisi nosti hintaa ja öljykulujen osuutta globaalista BKT:stä. Kriisin jälkeen hinnan jäivät samalla tasolle pääasiassa yleisen epävarmuuden vuoksi.

Seuraava merkittävä hintareaktio koettiin vuonna 1979 Iranin islamilaisen vallankumouksen myötä. Iranin tuotantokapasiteetti oli hetken aikaa pois käytöstä ja jäi myös alhaisemmalle tasolle vallankumouksen jälkeen. Vaikka muut arabimaat nostivat tuotantoaan niin, että kokonaistarjonta laski vain 4 %, yleinen paniikki tarjonnan tulevaisuudesta nosti voimakkaasti öljyn hintaa. Öljyn osuus BKT:stä nousi yli 6 %:n tason.

Tämä ns. toinen öljykriisi vaikutti lyhyellä aikavälillä talouden kasvuun, lisäsi energian säästötoimia ja korvaavien energialähteiden käyttöönottoa. Öljyn hinta laskikin voimakkaasti koko 1980-luvun tarjonnan ylittäessä kysynnän. Oikeastaan vuoteen 2004 asti öljyn hinnassa

ei tapahtunut suuria muutoksia lukuun ottamatta Kuwaitin ja Irakin sotien aiheuttamia pieniä hintapiikkejä. Yleinen kiinnostus ja reagointi öljyn hintamuutoksiin on ollut viime vuosikymmeninä vähäistä, koska energian ja polttoaineen osuus kuluttajien kulutuksesta on ollut aikaisempaa vähäisempää. Parhaimmillaan pudottiin jo alle 1 %:n tasolle BKT:stä.



**Kuva 2-14** Raakaöljyn hintakehitys ja osuus bruttokansantuotteesta vuosina 1970-2008

Aivan viime vuosina tilanne on kuitenkin kääntynyt pääläelleen. Öljyn hinta on ollut rajussa nousukierteessä ja nimellinen hinta on kaksinkertaistunut viimeisen 12 kuukauden aikana. Talouskeskustelussa on etsitty selityksiä sekä kysyntä- että tarjontapuolelta. Taulukkoon 2-4 on luokiteltu esille nostettuja syitä vaikutusten aikajänteen mukaan.

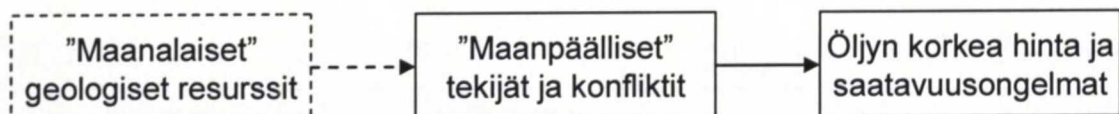


**Taulukko 2-4** Tyypillisimmät öljyn hinnannoususelitykset

|               | Pitkän aikavälin syyt   | Keskipitkän aikavälin syyt   | Lyhyen aikavälin syyt  |
|---------------|---|--|--|
| Kysyntä-syyt  | Aasian talouskasvu ja kasvava energian tarve  | Taloussyklin vaihe<br>Kuluttajakäyttäytymisen muutokset (mm. SUV's)  | Öljyvarastojen vähyys<br>Lomakausien alkaminen, talvipakkaset  |
| Tarjonta-syyt | Investointien vähyys (poraus ja jalostus)<br>Peak Oil ja öljyn tarjonnan vähentyminen | Lähi-idän poliittisen epä-tasapainon vaikutukset tuotantoon<br>Öllyvaltioiden omat kasvavat öljytarpeet (Venäjä, Indonesia, Iran, Meksiko)<br>Ylimääräisen tuotanto-reservin puuttuminen (pl. Saudi) | Tuotannolliset ongelmat (esim. Venezuelan lakot, logistiset pullonkaulat)<br>Poliittinen epävarmuus (esim. Nigerian sabotaasit, Lähi-idän jännitteet)<br>Luonnonkatastrofit ja sääolosuhteet (esim. hurrikaanit ja myrskyt)<br>OPECin tuotanto-rajoitukset |
| Muut tekijät  |   | Verotukselliset muutokset (subventiot, verot)  | Spekulantit ja markkinasentimentti<br>Dollarin heikko kurssi<br>Maailman epävarmuus ("Israel-kriisit", Turkki ja kurdit, Pohjois-Korean ohjuskokeet, Iranin atomivoimalat jne.)  |

Taulukkoon listatut syyt eivät ole mitenkään toisiaan poissulkevia, vaan kaikilla niillä on oma roolinsa hintojen muutoksessa. Selityksiä analysoidessa ei voi kuitenkaan välttää johtopäätöksestä, että selitysten painopiste on tilapäisissä ja tietyllä tavalla ulkoisissa syissä. Ajattelulogiikka on varsin luonnollinen, koska kuten edellä esitettiin, öljyn aikaisemmat hinnanmuutokset ovat perustuneet paljolti tilapäisiin sokkeihin ja muihin maanpäällisiin tapahtumiin. Ulkoisilla syillä on lyhytjännitteisessä tiedotusympäristössä myös helpompi perustella yhden päivän hintamuutokset.

Toisaalta, tilanne voi olla tällä kertaa erilainen ja kyse voi olla jostain rakenteellisemmasta. Harvalla analyytikolla tai poliitikolla on geologin taustaa, mikä mahdollistaisi tarjontapotentiaalin analysoinnin muuten kuin historiaa ekstrapoloimalla ja uutisia lukemalla. Ei ole poissuljettua, että monet esille nostetut syyt ovatkin itse asiassa seurauksia öljytarjonnan kasvun pysähtymisestä ja odotettavissa olevasta laskusta kuten kuvassa 2-15 esitetään.



**Kuva 2-15** Öljyn hintamuutoksen erityyppiset perustelut

Geologisten, eli maan alla tapahtuneiden muutosten olemassaolon puolesta puhuu esimerkiksi öljy-yhtiöiden tekemien investointien suhteellinen vähyys ja yritysfuusioaalto, öljyvarastojen vähyys, öljyntuottajien aikaisempaa pienemmät vientiin varaamat osuudet ja poliittisten konfliktien määrän kasvu. Viimeaikainen hintakehitys on tietyllä tavalla jopa vahvistanut mahdollisten pitkäaikaisten tarjontaongelmien olemassaolon. Jos tilanne tosiaan on krooninen, niin hintojen laskua ei lähivuosina kannata odottaa.



### 3 Öljyn kysynnän ja tarjonnan tulevaisuus

Edellisessä kappaleessa perehdyttiin öljyn tärkeyteen ja käyttöön nykymaailmassa sekä analysoitiin ominaispiirteitä, jotka tekevät siitä erikoisen raaka-aineen. Öljyn kysyntä- ja tarjontamarkkinat ovat kuitenkin jatkuvassa muutoksessa globaalin hyötykäytön ja tämän luonnonvaran geologisen rajallisuuden vuoksi. Ennen kuin voimme analysoida mahdollisen öljyhuipun yhteiskunnallisia ja yritysvaikutuksia, pitää hahmottaa öljyn tarjonnan lähivuosien kehityssuunta.

Tässä kappaleessa perehdytään ensin öljyn kysyntäennusteisiin ja tarjonta-arvioiden eri koulukuntiin. Lisäksi analysoidaan erilaisten tarjontanäkemyksien keskeiset argumentit ja selvitetään Peak Oil -teorian historia. Lopuksi käydään läpi tarjonta-arvioihin liittyviä uskomuksia ja teorioita sekä analysoidaan vaihtoehtoisten energiamuotojen käyttökelpoisuutta kysynnän ja tarjonnan tasapainottamisessa.

#### 3.1 Öljyn kysyntä kasvaa, tarjonnasta eriyviä näkemyksiä

Maailma tarvitsee energiaa selviytyäkseen, toimiakseen ja kehittyäkseen. Ruokahuollon tulee toimia, ihmisten ja tavaroiden liikkua sekä yritysten koneiden pyöriä. Erilaisista säästötoimista huolimatta harva uskoo energian kysynnän laskevan tai edes pysähtyvän. ExxonMobil arvioi kokonaisenergiatarpeen nousevan 40 % vuoteen 2020 mennessä ja laskee öljyntarpeen nousevan jopa 180 Mbbp:n tasolle. Energiaa tarvitsevat erityisesti kasvavat yhteiskunnat, kuten väkirikkaat Aasian taloudet. Laskelmissa globaalin energiatarpeen kasvusta 80 % johtuukin elintason nostamisesta ja nousemisesta (Hoffman, 2005). Kiinan energiatarpeen on jopa ennustettu olevan vuonna 2020 suurempi kuin EU-maiden ja Yhdysvaltojen yhteensä.

Öljyn ennusteiden osalta kasvun keskiarvo pyörii 2 % per vuosi -tason ympärillä. Esimerkiksi IEA arvioi öljyn kysynnän kasvavan 2,5 % vuodessa ja olevan vuonna 2012 95,8 Mbbp (Haines, 2007a). EIA laskee kysynnän kasvun olevan hieman alhaisempi 1,4 % ja kokonaiskysynnän olevan vuonna 2015 97,5 Mbbp. EIA uskoo öljyn pysyvän maailman keskeisenä energialähteenä ja kattavan 40 % energiatarpeesta vuonna 2025. Kehittyneiden maiden kysynnän kasvun EIA näkee tulevan liikenteestä ja kehittyvien maiden tasaisesti öljyn eri käyttökohteista.

Taulukossa 3-1 on laskettu eri kysynnän kasvuprosenttien vaikutus päivittäiseen kysyntään reilun 20 vuoden aikaperiodilla. Keskimääräisellä 2 %:n kasvulla 100 Mbpp:n kysyntä saavutetaan kahdeksan vuoden päästä.

**Taulukko 3-1** Öljyn laskennallinen kokonaiskysyntä (Mbpp) eri vuosille eri kasvuprosenteilla

|      | 0,5 % | 1 % | 1,5 % | 2 % | 2,5 % | 3 % | 3,5 % | 4 % |
|------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| 2010 | 86    | 88  | 89    | 90  | 92    | 93  | 94    | 96  |
| 2015 | 88    | 92  | 96    | 100 | 104   | 108 | 112   | 116 |
| 2020 | 91    | 97  | 103   | 110 | 117   | 125 | 133   | 142 |
| 2025 | 93    | 102 | 111   | 121 | 133   | 145 | 158   | 172 |
| 2030 | 95    | 107 | 120   | 134 | 150   | 168 | 188   | 210 |

Kysyntäennusteiden villiksi kortiksi on viime kuukausina noussut raakaöljyn hintakehitys, kansallisten polttoainesubventioiden pienentäminen (esim. Kiinassa), kansallinen säännöstely (esim. Iran) ja yleinen talouskasvun hidastuminen. Korkeampien hintojen on arveltu muun muassa hidastavan kuluttajien autoilua ja lisäävän substituuttien kysyntää (esim. lämmityksessä). Toimien pitkän ajan vaikutusten arviointi on vaikeaa, koska öljy ei ole kappaleessa 2.3.3 esitettyjen muuttujien mukaan aivan tavallinen hyödyke. Kysynnän hintajousto on ollut historiallisesti huonoa ja substituutteja ei lyhyellä tähtäimellä oikein ole.

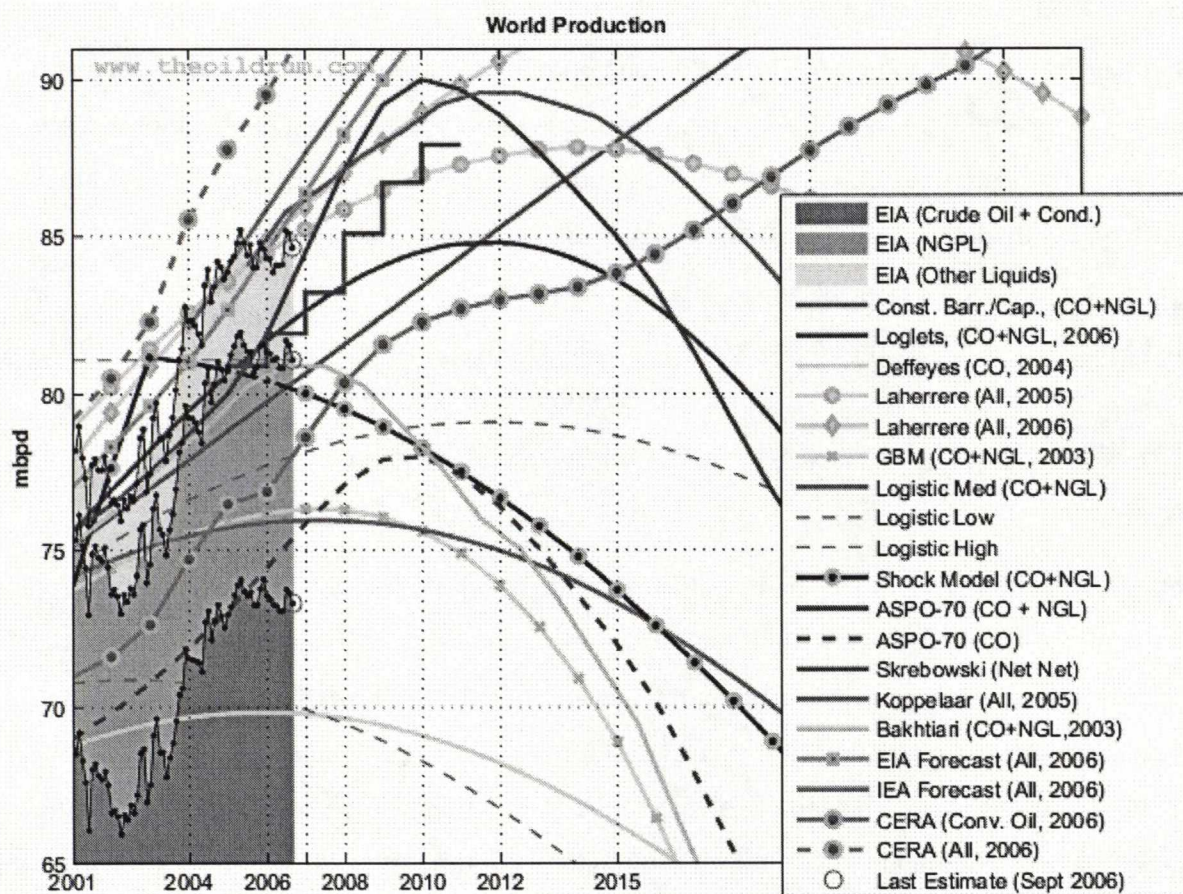
Jos energian ja öljyn kysynnän kasvuun uskotaan melko yksimielisesti, niin öljyn tarjonta-arvioissa tilanne on toinen. Tiedemaailman taholta öljyhörhöiksi kutsutut eivät edes usko öljyn määrän olevan rajallinen, vaan näkevät sen maanpallon ytimeistä tihkuvana uusiutuvana luonnonvarana (ns. abioottinen koulukunta). Merkittävämpi ero tarjonta-arvioissa liittyy kuitenkin ajoitukseen. Missä vaiheessa päivittäiset tuotantomäärät kääntyvät laskuun, eivätkä pysty enää vastaamaan kysynnän kasvuun? Eri näkemyksiä kannattavien tahojen ajatukset eroavat niin tuotantomäärien, nykyisten reservien, löytämättömän öljyn kuin korvaavien öljy- ja energialähteidenkin osalta.

Tarjonnan kasvun optimistiseen koulukuntaan kuuluu paljon taloustieteilijöitä, energia-alan viranomaisia ja öljyntuottajia. Heidän mielestään teknologinen kehitys mahdollistaa tarjonnan kasvun. Teknologisesta kehityksestä johtuen tuotantomääriä voidaan nostaa, reservit on aliarvioituja, uusia löytöjä tullaan tekemään ja jos tarvetta ilmenee, niin korvaavia vaihtoehtoja on nopeasti käytössä. Öljyn tuotantohuipun ajoitukseksi muun muassa BP arvioi vuotta 2015, Shell 2025 ja USGS 2030. Rajuimmat ennusteet menevät jopa 60 vuoden päähän.



Kriittisemmin öljyntarjonnan suhtautuvien ryhmään kuuluu paljon geologeja, fyysikoita, pankkiireja ja sijoittajia. Pessimistit korostavat geologisia realiteetteja ja heidän mielestään öljyn tuotantohuippu on voitu jo saavuttaa tai siinä olla ainakin hyvin lähellä. Pessimistit eivät väitä öljyn loppuvan, vaan tarjontavolyymien pienentyvän, koska nykyisten kenttien kapasiteetti laskee nopeammin kuin uusia kenttiä löydetään. Näkemyksen mukaan puolet maailman öljystä on pumpattu ylös ja halvan öljyn ajat ovat pysyvästi takanapäin. Suurilla lisäinvestoinneillaan pystytään vain hidastamaan laskua ja korvaavat vaihtoehdot ovat auttamattomasti myöhässä.

Koulukuntien näkemyserojen vaikutus tarjontaennusteisiin nähdään hyvin kuvassa 3-1 vuodelta 2006. Optimistista näkökantaa edustavat EIA:n, IEA:n ja CERA:n kasvuarvioit. Huomattavasti pessimistisempiä ovat Deffeyesin, ASPOn, Skrebowskin ja Koppelaarin arvioit.



**Kuva 3-1** Eri tahojen ja eri ennustemenetelmien öljyn tarjontaennusteita (www.oildrum.com)

Ongelmalliseksi keskustelun tietysti tekee, että tuotantohuipun ajankohta voidaan todentaa vasta jälkeenpäin. Kysymys ei myöskään ole pelkästään teoreettinen, sillä jos tarjontahuippu



on vasta vuonna 2030, kaikilla on aikaa varautua muiden energialajien käyttöön. Muutos tulee olemaan vaikea, mutta jollain tavalla hallittavissa. Vastaavasti, jos tarjonta ei enää nykyisestä kasva, niin jotain olisi pitänyt tehdä jo 20 vuotta sitten. Seuraavassa esitetään tarkempi analyysi kahden pääkoulukunnan näkemyksistä.

### 3.2 Optimistit uskovat öljyn riittoisuuteen

Öljyn tarjonnan ennustamisen historia on täynnä pessimistisiä näkemyksiä. Esimerkiksi vuonna 1874 Pennsylvanian päägeologi ennusti kerosiinin käyttämisen aiheuttavan öljyn loppumisen neljässä vuodessa ja vuonna 1972 Rooman klubi arvioi öljyn kasvun tyrehtyvän ja loppuvan kokonaan parissa vuosikymmenessä (Yergin, 1993). Synkät arviot ovat kerta toisensa jälkeen osoittautuneet vääriksi. Uudet alueet ja teknologian kehittyminen ovat kasvattaneet reservejä. Uusia kenttiä on löydetty ja vanhoista on saatu aikaisempaa enemmän öljyä ylös. Sutta on siis huudettu toistuvasti liian aikaisin.

Öljyn tarjontaan ”runsaudensarvi”-näkökulman ottavat perustavat kantansa pääasiassa reservi- kasvuun ja uusiin löytöihin. Näkökulman kannattajien mielestä geologia ei ole ainoa arviointi- kriteeri, vaan teknologiset ja taloudelliset muuttujat tulee myös huomioida. Teknologian kehittymisen avulla lähteistä pystytään taloudellisesti pumppaamaan aikaisempaa enemmän ylös, joten reservimäärät kasvavat ja öljyä on arveltua enemmän tarjolla. Näkökantaa tukee talteenoton historiallinen kasvu teknologisen kehityksen myötä (aikoinaan vain 30 % saatiin lähteestä taloudellisesti ylös, nyt 70-80 %). Teknologian kustannuksia laskevan vaikutuksen lisäksi öljyn hinnan nousu tekee aikaisemmin epätaloudellisen talteenoton kannattavaksi ja kasvattaa tarjontaa.

Optimistisen näkemyksen mukaan tekniikan kehittyminen myös edistää uusien öljyvarojen tavoittamista. Öljyn etsintä on muuttunut elektronisemmaksi ja 3-D-malleilla nähdään, missä öljyä on ja miten siihen päästään parhaiten käsiksi. Öljyä jopa löydetään sieltä, mistä sitä ei ennen etsitty. Vastaavasti talteenotossa 11 km:n syvyydet ja poikittaisporaukset ovat jo tätä päivää. Öljyä saadaan nostettua aikaisempaa kovemmista paineista ja korkeammista lämpötiloista. Teknologian kehittymisen esimerkkeinä optimistit käyttävät Meksikonlahden ja Brasilian syvämerilöytöjä (esim. Jack 2 -kenttä 8 km vettä ja 1,5 km kiveä). Optimistisen näkemyksen mukaan öljyn hinnan nousu myös lisää etsintähalukkuutta ja uusien löytöjen määrää.



Tarjonnan kasvua tukee optimistien mukaan myös entistä suurempi epätavallisten öljylaatujen hyväksikäyttö. Muun muassa vuonna 2005 CERA uskoi raskaan öljyn, syvämerenöljyn, nesteytetyn maakaasun, öljyhiekan ja öljyliuskeen kattavan merkittävän osan (35 %) kokonaistarjonnasta vuonna 2015 (CERA, 2006).

Tarjonnan kasvun optimisesti suhtautuvat uskovat myös Lähi-idässä olevan reilusti löytämätöntä öljyä, koska uusien kenttien etsintä on ollut poliittisista päätöksistä johtuen vähäistä viimeiset 25 vuotta. OPEC:n kartelli on tarkoituksella halunnut pitää tarjonnan alhaisena.

Optimistien mukaan tarjonta tulee siis jatkamaan kasvuaan ja mahdollinen tarjontahuippu on vuosikymmenien päässä. Optimistien mielestä koko Peak Oil -keskustelu muistuttaa vuosikymmenen takaista tyhjää Y2K-uhkaa.

### **3.3 Pessimistien ajatusten pohjana Hubbertin Peak Oil -teoria**

Peak Oil eli öljyn tarjontahuippu -teorian alkujuuret ovat vuodessa 1956. Öljy-yhtiö Shellin palkkalistoilla ollut geologi Marion King Hubbert ennusti tuolloin Yhdysvaltojen (48 ”manner”-osavaltion) öljytuotannon kääntyvän laskuun vuoteen 1970 mennessä. Väite oli radikaali kovaa kasvubuumia eläneessä öljyteollisuudessa, jossa yleisesti oletettiin tarjonnan kasvavan pitkälle tulevaisuuteen uusien löytöjen ja kehittyvän talteenottoteknologian ansiosta. Hubbertin ennuste, ettei perusoletus kasvusta pitänyt paikkaansa, saikin alalla varsin viileän vastaanoton ja haukkuja riitti vuosikaudet.

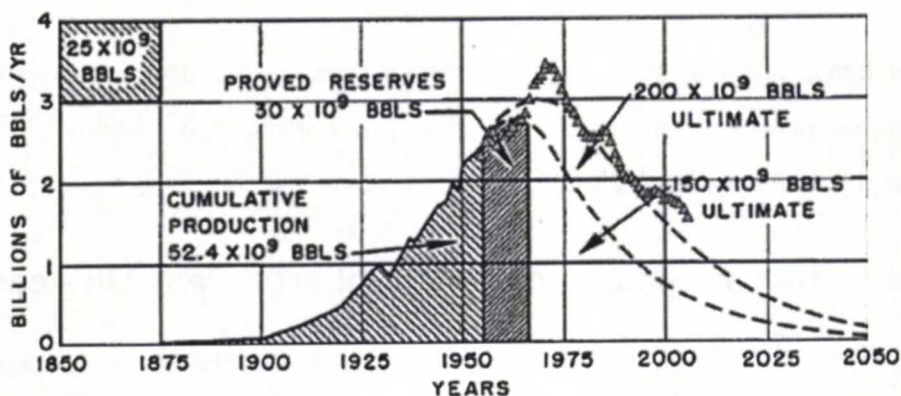
Hubbert perusti ennusteensa ajatukseen, että niin yksittäisen öljykentän kuin yksittäisen valtion ja koko maailmankin tuotantomäärät seuraavat logistista käyrää. Päivätuotanto nousee siihen asti, kun puolet alueen öljyreserveistä on pumpattu ylös. Huippupisteen jälkeen tuotantomäärät laskevat ja prosessista tulee entistä hankalampaa.

Teoria pohjautuu lähtöoletukseen öljyn rajallisuudesta. Alussa uuden löydetyn öljyn määrä kasvaa vauhdilla, mutta tasaantuu melko nopeasti ja kääntyy lopulta laskuun. Öljyn tuotantokäyrä vuorostaan seurailee öljylöytöjen määrän käyrää 30-40 vuoden aikaviiveellä. Vuosittaisten tuotantomäärien ekstrapolointiin Hubbert siis käytti öljylöydösten määriä, toteutuneita vuosituotantoja sekä kertynyttä kokonaistuotantomäärää. Hubbertin alkuperäinen ennuste esitetään kuvassa 3-2.

Hubbert sai kunniansa takaisin 1970-luvun alussa, kun hänen ennusteensa osoittautui oikeaksi Yhdysvaltojen öljytuotannon kääntyessä laskuun vuonna 1971, 40 vuotta alueen uusien

öljylöytöjen huipun jälkeen. Hubbertin ennustaessa manner-Yhdysvaltojen tuotanto oli 2,8 miljardia barreilia vuodessa, huippuvuonna 1970 tuotantomäärä oli 3,5 Mrdbpv ja tällä hetkellä alle 1,8 Mrdbpv (Floegel, 2007).

Peak Oil -konsepti tunnetaan kansainvälisesti myös termillä "Hubbert's Peak". Vaikka analyysimenetelmä on yksinkertainen, niin yksinkertaisuutta voidaan pitää mallin toimiessa hyveenä. Menetelmää käytetään tänä päivänä myös muiden luonnonvarojen, kuten kaasun, riittävyyden arvioinnissa.



**Kuva 3-2** Hubbertin manner-Yhdysvaltojen ennuste sekä toteutuneet tuotantomäärät (Hubbert, 1956 soveltaen)

Hubbertin teoria on luonnollisesti saanut vuosien varrella melkoisesti kritiikkiäkin. Kriitikoiden mukaan (esim. CERA, 2006) malli perustuu väärin analyysihin. Hubbertin teoria huomioi ainoastaan öljylöydöt ja tuotantomäärät eikä reserviennusteiden muutosta tai teknologian kehittymistä. Kriitikoiden mukaan esimerkiksi manner-Yhdysvaltojen 2000-luvun tuotanto on selvästi korkeampi kuin malli antaa ymmärtää ja Hubbertin mallillaan ennustama globaali tarjontahuippu vuonna 1995 oli aivan liian pessimistinen. Toisaalta Hubbert itse arvioi vuonna 1976 öljykriisien ja säästötoimien myöhentävän huippua noin vuosikymmenen. Mallin käyttökelpoisuutta heikentää myös kriitikoiden mielestä sen keskittyminen helppoon öljyyn (light & sweet crude) ja epätavallisten öljylähteiden (esim. öljyhiekkä) huomioimatta jättäminen. Negatiivisimmin Hubbertin teoriaan suhtautuvien mielestä koko teorian käyttö johtaa väärin toimintatapoihin ja investointipäätöksiin.

### 3.4 Pessimistit uskovat öljyn tarjontahuipun olevan käsillä

Öljyn tarjonnan kasvun viimeaikaisen kyseenalaistamisen juuret löytyvät vuodesta 1995. Tuolloin konsulttina toiminut geologi Colin Campbell julkaisi tutkimuksen "The World Oil Supply", missä esitettiin globaalin tarjontahuipun olevan lähellä. Campbell totesi kysynnän

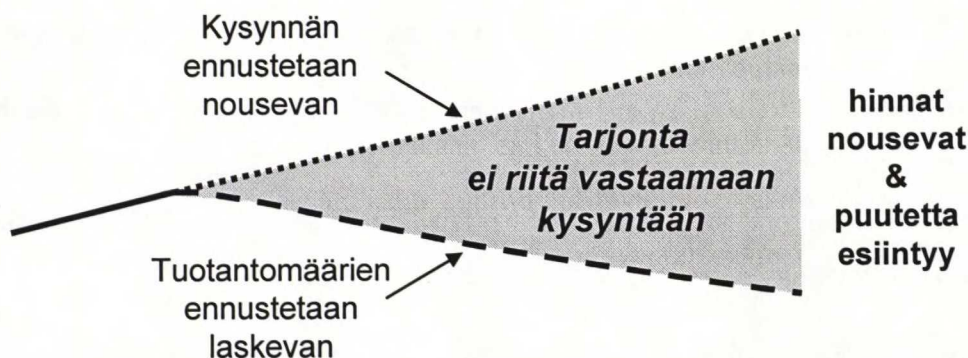


olevan moninkertainen reservejä lisääviin uusiin löytöihin nähden ja eron kasvavan koko ajan. Campbell totesi öljyvarannon kiihtyvän ”syömisen” vähentävän jäljellä olevan öljyn määrää ja maailman lähestyvän pistettä, missä puolet varannosta on käytetty.

Öljyn tarjontahuipulla, Peak Oililla, pessimistit tarkoittavat tilannetta, jossa puolet maailman jalostettavasta öljystä on käytetty eikä päivittäisiä tuotantomääriä pystytä geologisista syistä nostamaan vaikka haluttaisiin. Tarjontahuipulla öljyntuotanto tasoittuu ja alkaa pikkuhiljaa laskea joidenkin vuosien kuluttua. Öljyn tuotantomäärä on siis funktio maassa olevasta öljyn määrästä, ja mitä vähemmän sitä on jäljellä, sitä vähemmän sitä voidaan pumpata.

Pessimistien mukaan lisäinvestoinneillakaan ei kenttien tuotantomääriä pystytä nostamaan merkittävästi. He eivät myöskään usko suuriin lisälöytöihin, vaan uskovat öljylöydösten määrän jatkavan pienenemistään, koska maapallon öljyvarat on jo melko hyvin selvitetty. Vielä löytämättömien reservien löytäminenäkään ei vaikuta keskipitkän ajan tarjontaan, koska tuotannon aloittaminen vie vähintään kuudesta seitsemään vuotta ja käyttöönoton jälkeenkin uudet kentät vain hidastavat kokonaistuotantomäärien vähentymistä.

Öljy ei pessimistien mukaan ole loppumassa, mutta tuotannollisesti ei enää pystytä vastaamaan kasvavaan kysyntään. Kysynnän ja tarjonnan ero tulee myös kasvamaan vuosi vuodelta (kuva 3-3). Öljyä tulee olemaan tarjolla mutta niukkuus, pumppaamisen vaikeustason ja kustannusten nouseminen sekä öljyn laadun heikkeneminen kohottavat hintaa.



**Kuva 3-3** Öljyn kysynnän ja tarjonnan kehitys pessimistien näkemyksen mukaan

Pessimistienkin keskuudessa tarjontahuipun tarkasta ajoittumisesta oli 2000-luvun puolivälissä paljon keskustelua, mutta ennusteiden ajalliset erot olivat pääasiassa yksittäisiä vuosia. Keskeisestä seikasta oltiin kuitenkin täydellisen yksimielisiä: tarjontahuippu on käsillä ja se tulee vastaan nopeammin kuin maailma on siihen valmis.

Öljyn globaalin tarjontahuipun toteutumisen puolesta puhuu juuri nyt monta tekijää. Uusien kenttien löydöt olivat huipussaan 1960-luvun alkupuolella ja suurimpien kenttien tuotantoluvut ovat olleet laskussa. Alueellisesti muualla kuin Lähi-idässä tuotantomäärät ovat kääntyneet laskuun jo useita vuosia sitten. Suurimmassa tuottajamaassa, Saudi-Arabiassa, poraustornien määrää on kasvatettu valtavasti, niin maalla kuin merelläkin, mutta tuotantolukuja ei ole pystytty kasvattamaan. Tieto on hälyttävä, koska optimistit ovat laskeneet paljon saudien tuotannon kasvattamiskyvyn varaan. Lisäksi EIA:n kuukausi-raporttien (EIA 2008a) mukaan öljyn tuotantomäärät eivät ole kasvaneet vuoden 2005 alun jälkeen. Vaikka tuotantolukuihin otetaan mukaan myös epätavalliset öljylähteet, niin kokonaisvolyyymeissä ei ole ollut kasvua. Alan vaikuttajien mielestä perinteisen raakaöljyn huippu onkin jo ohitettu ja on aika katsoa eteenpäin.

Eri tahojen käyttäytyminen kertoo myös omaa kieltään huipun saavuttamisesta. Lisääntynyt nationalismi Latinalaisessa-Amerikassa ja Venäjällä tukee oletusta tarjontahuipun saavuttamisesta kuten myös Saudi-Arabian kasvanut maan oma öljyn käyttö. Öljy-yhtiöiden teotkaan eivät ole yhtenäisiä niiden tulevaisuuteen luottavien puheiden kanssa.

Tarjontahuipun saavuttaminen on myös alkanut kuulua julkisissa puheissa. Esimerkiksi Yhdysvaltojen ensimmäinen energiaministeri totesi vuonna 2007: *"To the peakist I say. You can declare victory. You are no longer the beleaguered small minority of voices crying in the wilderness. You are now mainstream"*. Saudi-Arabian öljy-yhtiön entinen johtaja Sadad Al Hussein ilmoitti niin ikään maailmanlaajuisen öljyntuotannon saavuttaneen nyt lakipisteensä.

Optimistien leireihin kuuluva IEA on myös kehottanut hallituksia ripeisiin toimiin öljyn kulutuksen vähentämiseksi ja myöntänyt öljyn tuotantohuipun olevan käsillä. Se on myös todennut, etteivät tuotantomäärät tule nousemaan lähellekään sen aikaisemmin ennustamaa yli 116 Mbpp:n tasoa vuonna 2030 (King & Fritsch, 2008).

Tarjonnan määrän vähentymisen tahdista on pessimistien välillä pieniä aste-eroja. Sadad Al Hussein arvioi nykyisen tuotantotason pysyvän jopa 15 vuotta, kun taas pahimmissa skenaarioissa öljyn tuotantomäärät lähtevät heti 4 %:n vuotuisen laskuun. Keskimäärin ennusteissa uskotaan 2-3 %:n vuosilaskuun, joka alkaisi parin vuoden kuluttua. Prosenttiluvut eivät kuulosta pahalta, mutta absoluuttisesti luvut tulevat nopeasti suuriksi. Kysynnän kattamiseksi joka vuosi tarvittaisiin uutta tuotantoa lisää 4 Mbpp. Vuonna 2010 puutteen määrä olisi 10 Mbpp (= 90-80) ja vuonna 2020 jo 40 Mbpp (= 110-70). Taulukossa 3-2 on



laskettu eri tarjonnan laskuprosenttien vaikutus päivittäiseen tarjontaan kahdella skenaariolla reilun 20 vuoden aikaperiodilla.

**Taulukko 3-2** Öljyn tarjonta (Mbpp) kahdella skenaariolla eri vuosille eri laskuprosenteilla

Case: tuotantomäärät pysyvät vakaina 3 vuotta kunnes alkavat laskea

|      | -0,5 % | -1 % | -1,5 % | -2 % | -2,5 % | -3 % | -3,5 % | -4 % |
|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| 2010 | 85     | 85   | 85     | 85   | 85     | 85   | 85     | 85   |
| 2015 | 83     | 81   | 79     | 77   | 75     | 73   | 71     | 69   |
| 2020 | 81     | 77   | 73     | 69   | 66     | 63   | 60     | 57   |
| 2025 | 79     | 73   | 68     | 63   | 58     | 54   | 50     | 46   |
| 2030 | 77     | 70   | 63     | 57   | 51     | 46   | 42     | 38   |

Case: tuotantomäärät alkavat laskea nykyisestä tasosta heti

|      | -0,5 % | -1 % | -1,5 % | -2 % | -2,5 % | -3 % | -3,5 % | -4 % |
|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| 2010 | 84     | 82   | 81     | 80   | 79     | 78   | 76     | 75   |
| 2015 | 82     | 78   | 75     | 72   | 69     | 67   | 64     | 61   |
| 2020 | 80     | 75   | 70     | 65   | 61     | 57   | 53     | 50   |
| 2025 | 78     | 71   | 65     | 59   | 54     | 49   | 45     | 41   |
| 2030 | 76     | 67   | 60     | 53   | 47     | 42   | 37     | 33   |

Todennäköisiä tarjontalukuja analysoidessa maailma on pessimistien mukaan pakotettu siirtymään korvaaviin energialähteisiin ja tuotantomäärien laskua on pyrittävä hallitsemaan. Rajuimmissa skenaarioissa puhutaan jopa nykymuotoisen sivilisaation lopusta. Pessimistien mukaan varmaa on, että Peak Oil tulee korvaamaan ilmastolämpenemisen eniten huolta herättävänä keskustelunaiheena.

### 3.5 Tarjontaennustepuheisiin suhtaudutaan epäillen

Öljyyn liittyvät taloudelliset intressit huomioiden ei ole yllätys, että tarjontakeskusteluun liitetään tiedon vääristelyä ja laajoja salaliittoteorioita. Öljynvalmistajia ja -myyjiä, kuten poliitikkoja, tutkimuslaitoksia, medioita ja ympäristöjärjestöjäkin, on syytetty oman näkökantansa tuputtamisesta. Syytösten kohteeksi ovat joutuneet sekä tarjonnan riittävyyden että riittämättömyyden puolestapuhujat. Neutraalia mielipidettä öljyn tulevaisuuteen ei tunnu löytyvän mistään.

Öljyn tarjonnan kasvua ovat voimakkaimmin ennustaneet öljyntuottajamaat ja öljy-yhtiöt. Jotta tuottajamaat saisivat myös tarjonnan vähentyessä öljystään hyvän hinnan, niiden tulee Gerlaghin ja Liskin (2007) mukaan lykätä käyttäjien siirtymistä vaihtoehtoihin energialähteisiin kieltämällä tarjontaongelma mahdollisimman kauan ja pienentämällä siirtymisalttiutta nykytarjontaa kasvattamalla ja hinnan nousua vähentämällä. Tarjonnan tilasta kertonevat siis enemmän julkiset tuotantotiedot kuin OPEC-maiden julkilausumat.

Öljy-yhtiöiden kannalta tarjontaongelmien esille nostaminen saattaisi vähentää kuluttajien öljyn käyttöä ja siten myyntiä, mutta ennen kaikkea se iskisi yritysten markkina-arvoon reservikasvun loppumisena. Öljy-yhtiöiden arvostus on täysin riippuvainen niiden taseesta ja ilmoitus taseen ikuisesta huonontumisesta ei luo uskoa tulevaisuuteen. Realistisemman kuvan yritysten sisäisistä uskomuksista saanee investointipäätösten kautta. Jos tarjonnan uskotaan todella vielä kasvavan, niin miksi öljyä etsitään entistä vaikeammista paikoista, reaaliset poraus- ja jalostuskapasiteetti-investoinnit ovat pysähtyneet ja laivojen rakentaminen on lopetettu?

Poliittisten päättäjien kannalta julkinen öljyn tarjontakehityksestä puhuminen on ongelmallista sekä yhteiskunnallisesti että yksilöllisesti. Kuten kappaleessa 2.3.2 on esitetty, öljy on merkittävä talouskasvun tuki. Tarjonnan kehityksen julkinen epäily saattaisi jo itsessään aiheuttaa rahamarkkinakriisin, investointien loppumisen ja aikanaan ihmisten mellakoinnin kadulla. Näkemys on, että pelkoa ei saa synnyttää tietoa julkistamalla. Poliitikkojen, viranomaisten ja julkisten tutkimuslaitosten kannalta on täysin rationaalista tiukassa paikassa vedota suuriin epätavallisten öljyn resursseihin ja vaihtoehtoisten energiamuotojen potentiaaliin. Yksilön motiivien kannalta taas ajateltuna harva poliitikko tulee valituksi, jos hän puhuu kustannusten noususta, elintason laskusta ja vaadittavista uhrauksista. On siis parempi julkisesti uskoa öljyntuottajien lupauksia ja maalailla parempaa tulevaisuutta. Kannustinrakenteen vinoutuman vuoksi öljyn tarjonnan todellisesta tilasta saa poliitikoilta kuvan vain kuuntelemalla, mitä he ohimennen puhuvat energiasäästämisestä, puolustusmenoista, kansalaisoikeuslakien muutostarpeesta tai talouden sopeuttamistarpeesta.

Mielikuvituksellisimmat salaliittoteorioiden kirjoittajat ovat myös syyttäneet mediaa globaalien tarjontaongelmien hautaamisesta auto- ja kulutustavaramainostajien toivomuksesta. Todennäköisesti median asiasta vaikenemisen takana on kuitenkin enemmän puhdas tietämättömyys sekä nykyaikaisen toimittajan työn lyhytjänteisyys ja ongelmien seurauksista raportointi pinnan alla olevat syyt sivuuttaen.

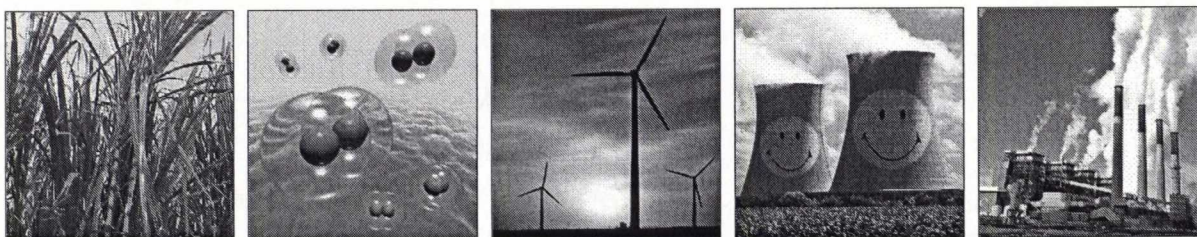
Öljyn tarjontaa tukevien näkemysten ohella myös tarjonnan rajallisuudesta puolesta puhuvia argumentteja kyseenalaistetaan. Viimeaikaisesta hintakehityksestä on syytetty öljyntuottajia ja öljy-yhtiöitä, joiden on sanottu luoneen keinotekoisien tarjontapuutteen hinnan nostamiseksi. Yhtiöiden kieltäviä perusteluita ei tunnuta hyväksyttävän. Keinotekoisuutta vastaan puhuvia argumentteja ovat öljyfuusiot, yhtiöiden suositukset energiansäästämisestä ja historiallinen reservien yliarviointi. Näitä seurauksia ei varmaankaan olisi, jos tarjontaa riittäisi.



Öljyriippuvuuden ongelmista puhumista on myös pitkään pidetty ympäristöihmisten pelotteluna, jolla halutaan myydä omaa ideologiaa ja uusiutuvia energiamuotoja. Kuulijoiden on ollut helppo sivuuttaa varoitukset asenteellisina ja haihatteluna. Nyt kun samanlaisia kannanottoja on alkanut tulla sijoittajilta ja poliitikoilta, niin mahdollista tarjontaongelmaa ei voi ohittaa pelkällä olankohautuksella.

### 3.6 Vaihtoehtoisten energiamuotojen mahdollisuus täydentää öljyn tarjontaa

Jotta maailma ei joutuisi jälleen turvautumaan lihas- ja ”eläinvoimaan”, öljyn tarjontaa pyritään korvaamaan useilla eri energiamuodoilla. Samalla tietenkin yritetään vähentää fossiilisten polttoaineiden käyttöä, öljyn hinnan nousun vaikutuksia ja poliittisia riskejä. Siirtyminen vähäöljyisempään maailmaan ei kuitenkaan ole helppoa. Kun öljy on ollut halpaa, ei ole ollut taloudellisesti kannattavaa investoida vaihtoehtoihin energiamuotoihin. Alhaisista investoinneista johtuen korvaavat teknologiat ovat tällä hetkellä taloudellisesti, teknisesti, ympäristöllisesti ja skaalautuvuudeltaan vielä keskeneräisiä. Todelliset vaihtoehdot tuntuvat olevan vielä vuosikymmenien päässä. Erityisen ongelmallista on korvata öljyn liikenne-energinen rooli. Öljyn tarjontahuippu onkin tietyllä tavalla kilpajuoksua vähenevien öljynresurssien ja teknologian kehittymisen välillä. Vaihtoehtoisina energiamuotoina öljylle on esitetty muun muassa biopolttoaineita, vetyä, aurinko- ja tuulienergiaa, ydinvoimaa ja hiilen käytön lisäämistä (kuva 3-4).



**Kuva 3-4** Vaihtoehtoisia energiamuotoja

*Biopolttoaineilla* tarkoitetaan viljelykasveista ja kasveista tuotettua nestemäistä polttoainetta. Bioetanolia ja -dieseliä valmistetaan maailmassa muun muassa sokeriruo’osta, maissista, soijapavuista ja öljypalmusta. Biopolttoaineiden käyttäminen energialähteenä on saanut viime vuosina paljon julkisuutta uusiutuvan ja niin sanotun hiilidioksidineutraalin luonteensa vuoksi. Euroopan Unioni jopa asetti tavoitteeksi nostaa biopolttoaineiden osuuden liikenteen polttoaineista 10 %:iin vuoteen 2020 mennessä. Käytännössä kuitenkin biopolttoaineet ovat osoittautuneet varsin ongelmalliseksi. Energiapuolelta EROEI-arvot (taulukko 2-1) ovat sokeriruo’koa lukuun ottamatta negatiivisia eli niiden valmistaminen kuluttaa enemmän kuin



tuottaa. Raaka-aineen viljely myös vie tilaa ruoanviljelyltä tai aiheuttaa metsien kaatamista. Kumpikaan kehitys ei ole maapallon kannalta toivottavaa. Maailmanpankin vuoden 2008 raportin mukaan globaalista elintarvikkeiden hinnan noususta selittyy 75 % biopolttoaineiden tuottamisella ruokaviljasta (Chakraborty, 2008). Tämä tutkimustulos, ja ankara kritiikki ovat saaneet EU:n perääntymään aikaisemmista biopolttoaineen tuotantotavoitteistaan. Viljelyn taloudellisuus ei myöskään ole itsestäänselvyys varsinkin tuholaismyrkkujen hintojen odotettavissa olevan nousun vuoksi. Lisäksi tuotannon skaalautuvuus on huonoa. IEA:n johto arvioikin, että biopolttoaineet voisivat kattaa enimmillään 7 % nestemäisten polttoaineiden kokonaiskulutuksesta vuonna 2030 ja tuon tuottamiseksi tarvittaisiin maapinta-ala, joka olisi yhtä suuri kuin Australian, Japanin, Korean ja Uuden Seelannin yhteismaapinta-ala (Auzanneau, 2007). Mahdollisuutena mainittu polttoaineen tuottaminen roskista pohjautuu halvan öljyn mahdollistamaan kulutusrakenteeseen, jonka tulevaisuus itsessään on epävarmaa. Ilkeämieliset toteavatkin biopolttoaineiden kanssa toimivien olevan ennemmin valtionaputoimialalla kuin energiatoimialalla.

*Vedyn* mahdollisuuksista on puhuttu pitkään. Vety on varsin tehokasta ja puhdasta, mutta se on maapallolla sitoutunut monimutkaisiin molekyyliin ja sen jalostaminen käyttökelpoiseen muotoon vaatii paljon energiaa (esim. ydinvoima). Vedystä on toivottu korvaavaa liikenne-energian lähdeksi, mutta esimerkiksi Abdullah (2005) pitää tätä yhtenä suurimmista valheista. Hänen mukaansa vedyn erottaminen vedestä vaatii liikaa energiaa ollakseen järkevää ja tarvittavan energian määrää ei edes pystytä kemiallisista lainalaisuuksista johtuen vähentämään. Vedyn hyötykäyttö liikenteessä vaatisi myös taloudellisesti massiiviset investoinnit autojen rakentamiseen, autot rakentavien tehtaiden rakentamiseen sekä huolto- ja tankkausverkoston pystyttämiseen. Periaatteellisella tasolla vetyä ei edes voi pitää vaihtoehtoisena energialähteenä, koska sitä ei esiinny vapaana maapallolla. Vety on vain energiasäiliö muista energialähteistä saadulle energialle, ei primäärienergianlähde. Nykyisin liikenteessä olevat polttokennot taas käyttävät energialähteenään rajallista maakaasua, jonka varaan tulevaisuudessa liikennettä ei myöskään pystytä laskemaan.

Uusiutuvista energialähteistä *aurinko- ja tuulienergia* eivät myöskään ole ongelmattomia. Vaihtoehtojen nettoenergia on tosin reilusti positiivinen, mutta kumpikin on vielä kustannuksiltaan melko kallis ja vaatii toimiakseen sopivat olosuhteet. Menetelmät sopivat hyvin paikalliseen sähköntuotantoon, mutta niiden laajamittainen käyttäminen vaatii suurien skaalautuvuushaasteiden ratkaisemista. Tällä hetkellä kokonaisenergiasta tuotetaan vain prosentteja auringolla ja tuulivoimalla ja jo pelkästään öljyn kasvavan kysynnän kattaminen



vaatisi energiamuodoilta yli 60 %:n vuotuista kasvua, mikä nykytasoon verrattuna on moninkertainen (Linden, 2007). Pitkällä tähtäimellä pitää myös ratkaista, miten vaihtoehtojen teknologia valmistetaan ilman öljyä (esim. tuulimyllyjen lavat).

Energian kallistuminen on nostanut nopeasti *ydinvoiman* suosiota. Englannin pääministeri Gordon Brown jopa ehdotti kesäkuussa 2008, että öljyongelmien vuoksi maailmaan pitäisi rakentaa nopeasti 1 000 uutta ydinvoimalaa. Laajamittainen ydinvoimaan siirtyminen ei kuitenkaan ole ongelmatonta. Uusia ydinvoimaloita ei ole rakennettu moneen maahan vuosikymmeniin ja yksittäisenkin yksikön rakentaminen vie useita vuosia. Vaadittavan rakentamisen skaalasta kertoo myös jotain esimerkiksi se, että jos Kanadan Ontario siirtyisi käyttämään sähköautoja, niin öljyenergian korvaamiseen vaadittaisiin 40 ydinvoimalaa ja niiden rakentaminen kestäisi yli 50 vuotta. Rakennuskustannukset ovat myös korkeat ja radioaktiivisen jätteen ympäristökysymykset ovat vielä hieman auki. Huomioitavaa myös on, että ydinvoimaloiden rakentaminen ja tarvittavat materiaalikuljetukset vaativat öljyä. Merkittävä käytännön ongelma myös on uraanin rajallisuus. Laajamittaisella käytöllä reservit riittävät vain 25 vuodeksi (Abdullah, 2005).

*Kivihiiltä* maailmassa riittää nykytahdilla jopa useaksi vuosisadaksi, mutta teknologia on kaikkea muuta kuin puhdasta. Hiilivoimalat nopeuttavat ilmaston lämpenemistä ja aiheuttavat terveysongelmia. Hiilestä on mahdollista tehdä synteettistä öljyä (Fischer-Tropsch -prosessi), mutta prosessin nettoenergia-arvot ovat huonoja, skaalautuvuus hankalaa ja ainoat historiassa toimineet laajamittaiset caset ovat perustuneet orjatyövoimaan (Natsi-Saksa ja Etelä-Afrikka Apartheidin aikaa).

Öljyn tarjontahuipun aiheuttamaa niukkuutta pystytään siis hieman kattamaan vaihtoehtoisilla energialähteillä, mutta tarjolla olevat vaihtoehdot kärsivät monenlaisista ongelmista. Öljyn energiatehollisuutta, skaalautuvuutta, mukautuvuutta ja liikenneroolia ei mikään yksittäinen, tai edes kaikkien vaihtoehtojen yhdenaikainen käyttö, pysty lähitulevaisuudessa korvaamaan.

## 4 Peak Oil:n mahdolliset seuraukset

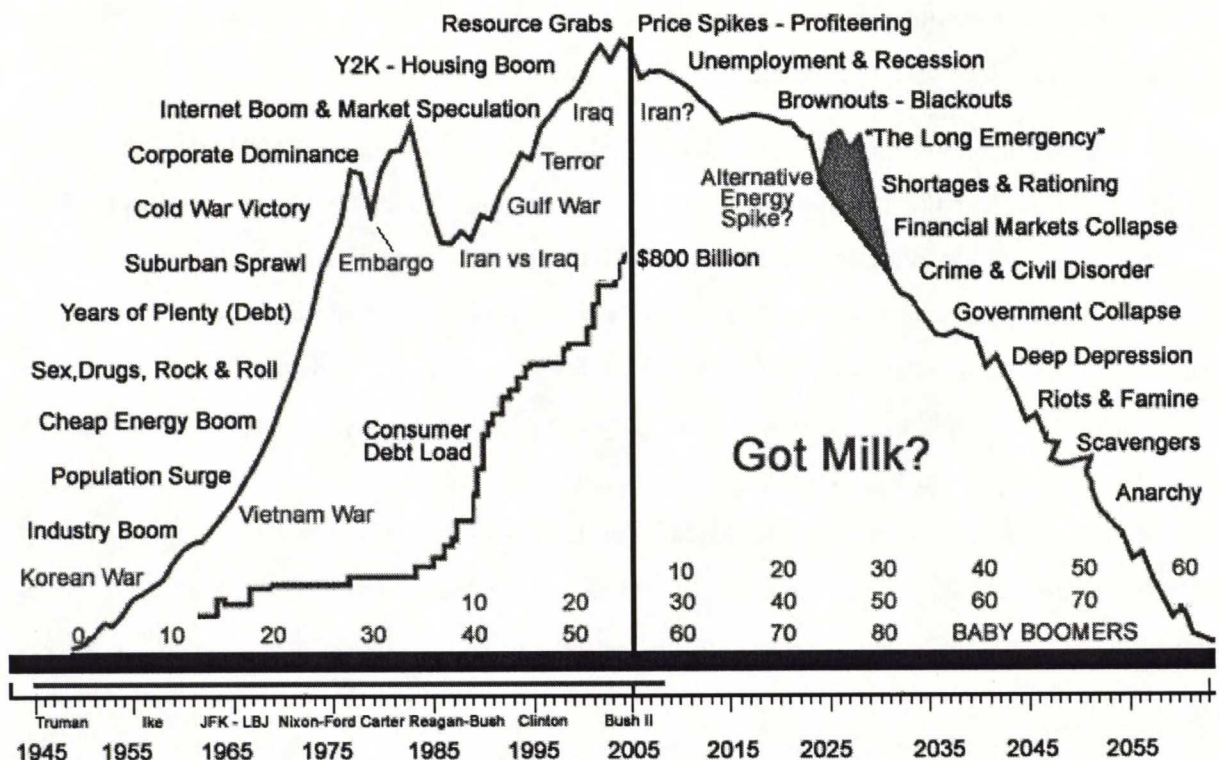
Edellisessä kappaleessa käytiin läpi öljyn kysyntä- ja tarjontaennusteita sekä vaihtoehtoisia energiamuotoja. Kappaleen keskeinen johtopäätös oli, että maailma on ajautumassa öljyn suhteen niukkuuden aikakauteen, kun kasvavaan kysyntään ei enää pystytä vastaamaan. Mitä tämä käytännössä tarkoittaa? Öljyn moninaisten käyttötarkoitusten ja suurten kerrannaisvaikutusten vuoksi tarjontahuipun vaikutusten laajuudesta vallitsee hyvin erilaisia käsityksiä (taulukko 4-1). Osa näkee tilanteen hetkellisenä energiaongelmana, joka tuo mukanaan joitakin taloudellisia vastoinkäymisiä. Yritykset joutuvat painimaan nousevien kustannusten kanssa ja kuluttajat joutuvat siirtämään hankintojaan tulevaisuuteen. Julkisen keskustelun painottuminen kuljetusalan diesilveroon ja nouseviin inflaatioprosentteihin on tyypillistä öljyn tarjontahuipun vaikutuksia suopeasta näkökannasta katsomista.

**Taulukko 4-1** Peak Oilin arvioitujen vaikutusten ääripäät

|                    |                | Suotuisat skenaariot            | Radikaalit skenaariot                      |
|--------------------|----------------|---------------------------------|--|
| Vaikutusten luonne | aikajänne      | lyhyt                           | pysyvä                                     |
|                    | vaikutusalue   | paikallinen                     | globaali                                   |
|                    | ongelma-alue   | energian käyttö                 | vaikuttaa kaikkeen                         |
|                    | korvikkeet     | tulossa on                      | ei ehdi, ei riitä                          |
| Suurin huolenaihe  | yhteiskunnille | talous-ongelmat                 | sosiaalisen hierarkian murtuminen ja sodat |
|                    | yrityksille    | kustannukset ja toimitusvarmuus | konkurssit ja olemassa olo                 |
|                    | yksilölle      | tuotteet ja kuluttaminen        | ruoka ja selviytyminen                     |

Vastaavasti rajumpiin vaikutuksiin uskovat näkevät tarjontahuipun merkittävänä epäjatkuvuuskohtana, jossa jokaisella yhteiskunnan tasolla kirjoitetaan sääntöjä uusiksi. Öljypula nähdään pysyvänä tilana, joka romahduttaa maailmatalouden, tuo mukaan globaalin ruokapulan ja laukaisee sosiaalisen sekasorron. Energiaongelmat ja hintojen nousu on vain ensimmäinen vaihe ja tulevaisuus tulee olemaan kamppailua kriisistä toiseen. Kaaos tulee saamaan uuden määritelmän ja jopa koko ihmiskunnan selviytyminen on epävarmaa. Kuvassa 4-1 on eräs aikajanelle laitettu rajumpi arvio siitä, mitä öljyn tuotantomäärien laskeminen tulee aiheuttamaan seuraavan 50 vuoden aikana.





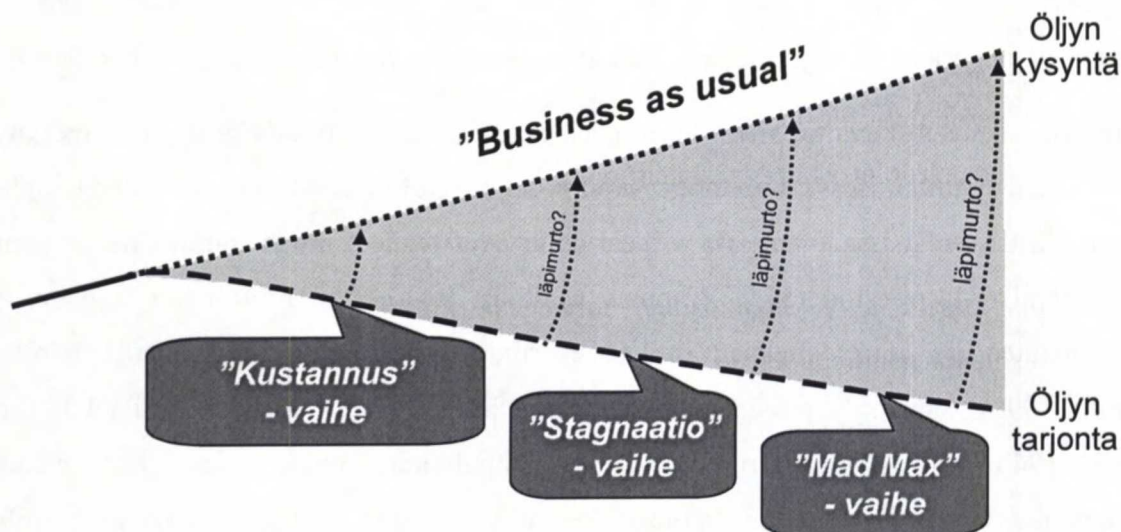
**Kuva 4-1** Eräs näkemys öljyn tuotantomäärien laskemisen vaikutuksista (Schettler, 2005)

Kumpi tulevaisuuden kuva on sitten lähempänä oikeata? Jos historialla olisi jotain merkitys tulevaisuuden ennustamisessa, niin todennäköisyydet olisivat radikaalien ennusteiden tekijöitä vastaan. Vastaavanlaisissa tilanteissa virhearvioita ovat tehneet muun muassa pessimismin isä, ekonomisti ja väestötieteilijä, Thomas Malthus, joka esitti 1700-luvun Englannissa ruokahuipputeorian, jonka mukaan ruokaa ei riitä kaikille, ellei ihmismäärää rajoiteta (Malthus, 1990). Samantyyppiseen johtopäätökseen päätyi yhteiskuntatieteilijä Paul Ehrlich vuonna 1968 julkaistussa kirjassaan ”The Population Bomb”, kun hän ennusti massanälkiintymistä 1970-luvulle. William Jevons vuorostaan ennusti vuonna 1865 hiilen loppumisen aiheuttavan talouden täydellisen romahtamisen (Walker, 2006). Kaikissa tapauksissa kovilla puheilla ja uhkakuvilla saatiin julkisuutta, mutta samalla aliarvioitiin markkinatalouden kyky ratkaista ongelma. Tulevaisuus on aina ollut kirkkaampi kuin pessimistit ovat ennustaneet. Käykö öljyn tarjontahuipun kanssa samalla tavalla vai ovatko Peak Oil -radikaalit kreikan mytologian Kassandra, jotka näkevät tulevaisuuteen, mutta joita kukaan ei usko?

Käytännössä kyse ei tietysti ole joko-tai -tilanteesta, vaan ääripäiden väliin jää useita mahdollisia tulevaisuuskenaarioita. Valoisimmilta tilanne näyttäisi, jos optimistien reservi-arviot olisivat oikein ja tuotantomääriä pystyttäisiin nostamaan kysynnän mukana. Öljyn

fossiilisen luonteen vuoksi tarjontahuipusta ei päästä kokonaan eroon, mutta sen siirtyminen tulevaisuuteen antaisi aikaa teknologian ja energiavaihtoehtojen kehittämiseen.

Jos kuitenkin tarjontahuippu ajoittuu tähän hetkeen, kuten asiaan vihkiytyneet uskovat, ei sekään automaattisesti tarkoita, että maailman loppu olisi heti edessä (kuva 4-2). Tarjontahuippuun liittyvät ongelmat laajenevat tasaisesti sitä mukaan, mitä suurempi vaje kysynnän ja tarjonnan välillä on. Alkuvaiheessa puute nostaa öljyn hintaa ja öljyriippuvaisten alojen kustannuksia. Korkeammat kustannukset leviävät aikaviiveellä muillekin toimialoille liikenteen, korkeampien palkkatoiveiden ja yleisen inflaation kautta. Tätä ensimmäistä vaihetta voidaan kutsua tarjontahuipun seurausten *"kustannus"-vaiheeksi*. Tilanne voi palata lähemmäksi normaalia, jos öljyteknologian kehittymisen avulla pystytään löytämään uusia öljyesiintymiä ja nostamaan vanhoista lähteistä aikaisempaa enemmän öljyä ylös. Myös läpimurrot epätavanomaisia öljylaatujen ja vaihtoehtoisten energiamuotojen osalta voivat *"normalisoida"* tilanteen.



**Kuva 4-2** Öljyn tarjontahuipun vaikutusten ilmenemisjärjestys pessimistien mukaan yhdistettynä optimistien toiveikkaisiin tulevaisuuden keksintöihin

Todennäköinen kehityssuunta on kuitenkin öljyvajeen suureneminen, talouskasvun pysähtyminen, työttömyyden lisääntyminen ja yleinen talouskriisi. Tätä tarjontahuipun seurausten kautta voidaan kutsua *"stagnaatio"-vaiheeksi*. Inflaatio jyllää, tuotteista on puutetta ja varallisuuden arvot putoavat. Teknologiset keksinnöt öljy- ja energiamarkkinoilla saattavat tässäkin vaiheessa pienentää ongelmien määrää, kääntää talouskasvun nousuun ja jopa normalisoida tilanteen.

Ikävimmässä tapauksessa radikaalit skenaariot realisoituvat. Pula öljystä alkaa näkyä väestöllisinä seurauksina ruokahuolto-ongelmien kautta ja taloudellinen kärsimys aiheuttaa



sosiaalisen hierarkian murtumisen. Tätä tarjontahuipun laukaisemaa periodia voidaan kutsua teatraalisesti ”*Mad Max*”-vaiheeksi. Teoriassa tästäkin tilanteesta pystyttäisiin pääsemään pois teknologisen kehityksen avulla, jos siihen olisi vielä resursseja.

Tässä kappaleessa analysoidaan, millaisia vaikutuksia pysyvällä kysynnän ja tarjonnan epätasapainotilalla on yhteiskunnallisesti, tavallisille kuluttajilla ja yrityksille. Vaikutuksia katsotaan ensin yhteiskunnallisesta näkökannasta eli siitä, millaisia muutoksia yritysten toimintaympäristössä on odotettavissa. Erityisesti käsitellään vaikutuksia kansainväliseen valtatasapainoon, talouteen, ruokahuoltoon ja väestönmäärään sekä sosiaalisiin rakenteisiin. Toimintaympäristömuutoksiin perehtymisen jälkeen kappaleen jälkimmäisessä osassa katsotaan tilannetta yrityksen näkökulmasta ja analysoidaan, millaisia kysyntä- ja operaatiomuutoksia öljyn tarjontahuippu aiheuttaa.

#### **4.1 Muutokset globaalissa toimintaympäristössä**

Öljyongelmien ei voida sanoa tulevan täysin yllätyksenä. Maailmalla oli mahdollisuus reagoida 1970-luvun kriiseihin vähentämällä pysyvästi öljyriippuvuuttaan. Halvan energian kiusaus oli kuitenkin liian suuri. Hallitukset, kuluttajat ja yritykset jatkoivat kaikki toimiaan paljolti kuin mitään ei olisi tapahtunut. Tästä lyhytjänteisyydestä maksetaan nyt hintaa, sillä Peak Oil on potentiaalisesti massiivinen kriisi ja siihen ollaan globaalisti täysin valmistautumattomia.

Peak Oilin mahdolliset vaikutukset voidaan luokitella neljään kategoriaan; muutoksiin globaaleissa valtasuhteissa, suoriin talousvaikutuksiin, ruokahuollon heikkenemisen aiheuttamiin ongelmiin ja yhteiskunnalliseen pirstoutumiseen (kuva 4-3). Näistä kaksi ensimmäistä, valtatasapainomuutokset ja öljyn hinnan nousun aiheuttamat talousvaikutukset, ovat suoria ja helposti hahmotettavia. Näiden vaikutusten olemassaolosta ei ole erimielisyyttä, ainoastaan vaikutusten nopeudesta ja suuruudesta. Yleistä keskustelua oikeastaan hallitsee inflaatiopainotteinen talouspohdinta sen konkreettisen luonteen vuoksi.

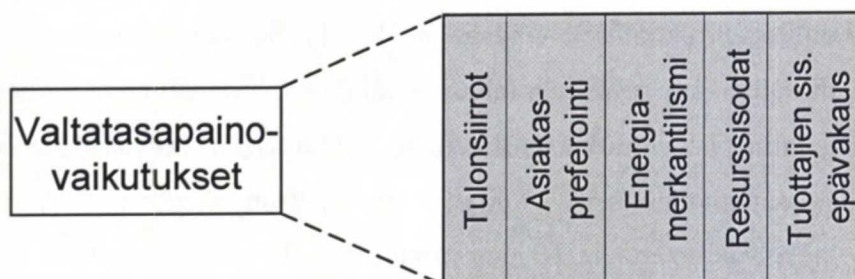
Kahden muun vaikutuksen osalta näkemyksissä onkin enemmän eroja. Radikaaleja seurauksia odottavat pitävät hintojen nousua pienenä pahana verrattuna siihen, mitä muuta öljyn tarjontahuippu tuo mukanaan. Öljypuutteen ja sen aiheuttaman taloustilanteen uskotaan vaikuttavan vahvasti sekä ruoan tarjontaan että hintaan ja siten väestölliseen kehitykseen. Voimakkaita muutoksia tulevaisuudessa näkevät arvioivat myös globaalin voimatasapainon muutosten, talouden romahtamisen ja nälän aiheuttavan yhteiskunnallisia muutoksia.

```
graph LR; PO[Peak Oil] --> VV[Valtatasapainovaikutukset]; PO --> TV[Talousvaikutukset]; PO -.-> VV[ Väestölliset vaikutukset ]; VV -.-> TV; TV -.-> SV[Sosiaaliset vaikutukset]; VV -.-> SV; VV -.-> VV2[Väestölliset vaikutukset]; VV2 -.-> SV
```

The diagram illustrates the relationships between Peak Oil and various societal impacts. It features five boxes: 'Peak Oil' on the left, 'Valtatasapainovaikutukset' (top), 'Talousvaikutukset' (middle), 'Väestölliset vaikutukset' (bottom), and 'Sosiaaliset vaikutukset' (right). Solid arrows point from 'Peak Oil' to 'Valtatasapainovaikutukset' and 'Talousvaikutukset'. A dashed arrow points from 'Peak Oil' to 'Väestölliset vaikutukset'. Dashed arrows also point from 'Valtatasapainovaikutukset' to 'Talousvaikutukset', 'Väestölliset vaikutukset', and 'Sosiaaliset vaikutukset'. Dashed arrows point from 'Talousvaikutukset' to 'Sosiaaliset vaikutukset' and 'Väestölliset vaikutukset'. Finally, a dashed arrow points from 'Väestölliset vaikutukset' to 'Sosiaaliset vaikutukset'.

Seuraavassa analysoidaan tarkemmin näitä neljää toimintaympäristövaikutusta.

Resurssien niukkuus on ohjannut yhteiskuntien liikkeitä ja kansainvälistymiskehitystä aikojen alusta lähtien. Vaikka tavat ovat vuosisatojen aikana sivistyneet, niin perimmäinen ajatus ei ole muuttunut. Resurssien hallinnalla on edelleen suora yhteys taloudelliseen ja poliittiseen valtaan. Öljy ei tee tästä poikkeusta. Öljyn tarjontaongelmat tulevatkin nopeasti heijastumaan kansakuntien valta-asemiin, kansainväliseen politiikkaan ja globaaliin tasapainoon. Kuvassa 4-4 on tiivistettynä valtatasapainon muutosten erilaiset vaikutukset.



Ensinnäkin niukkuutta jakavat öljyntuottajat saavat entistä suuremmat tulonsiirrot öljyä tarvitsevilta valtioilta. Öljytuloja voidaan käyttää hyvin erityyppisiin kohteisiin esimerkiksi kansalliseen varautumiseen päivittämällä sotateknologiaa tai omien kansalaisten tukemiseen, kuten Latinalaisessa Amerikassa erilaisilla sosiaalisilla ohjelmilla on tehty. Varoja voidaan käyttää myös erilaisten liiketoimintojen edistämiseen. Dubaissa on nostettu oman maan teollisuus- ja palvelurakenteen kilpailukykyä investoimalla massiivisesti matkailuliiketoimintaan. Kansainvälisten pörssien käynnissä olevat omistusjärjestelyt on myös öljy-



dollareilla rahoitettu. Öljytuottojen sijoituskohde vaikuttaa luonnollisesti suoraan kyseisellä alalla kilpailevien monikansallisten yritysten toimintaedellytyksiin.

Rahan valtaa analysoidessa on erityisen huomionarvoista, että öljynviejät ohittivat vuonna 2005 Aasian maailman suurimpana pääomalähteenä (Farrell & Lund, 2008). Perinteisesti öljysijoitusten kohteet ovat olleet keskuspankkeja ja sijoitusyhtiöitä, mutta suurempien sijoitusten odotetaan yleistyvän. Suuret rahalliset sijoitukset kasvattavat luonnollisesti suoraan vaikutusmahdollisuuksia, kuten Kiinan sijoitukset Yhdysvaltojen talouteen osoittavat.

Rahavirtoja merkittävämpi tekijä globaaliin tasapainoon on, kuinka paljon öljyntuottajalla on myytävää ja kenelle sitä myydään. Korkeammat öljyhinnat lisäävät tuottajan omaa taloudellista kasvua, mikä vuorostaan nostaa maan sisäistä öljyn kysyntää. Kun samaan aikaan monen tuottajan tuotantomäärät ovat laskussa, niin vientiin riittävän öljyn määrä vähenee tuotantoa nopeammassa tahdissa. Hyvä esimerkki tästä Jeffrey Brownin ”Export-Land”-mallista (Wikipedia, 2008) on Meksiko, jonka öljyn vientimäärä on laskenut kaksi kertaa nopeammin kuin öljyntuotanto.

Öljymyyjien neuvotteluasema tulee olemaan jatkossa entistä kadehdittavampi ja niukkuutta jaettaessa käytetään todellista valtaa. Öljyreservirikkaan Lähi-idän merkitys tulee korostumaan aivan uudella tavalla. Valtatasapainon siirtyminen ei tule tapahtumaan maailmassa ongelmitta. Perinteisten G7-maiden, ja jossain vaiheessa myös Kiinan, on vaikea hyväksyä taloudellisen päätöksenteon riippumattomuuden lipumista öljyn myyjille. Selkeitä esimerkkejä tasapainon muutoksista on Venäjän poliittispainotteiset kaasunjakelun keskeytykset Keski-Eurooppaan sekä Yhdysvaltojen ja EU:n varoitukset Venäjälle olla käyttämättä energiaa ulkopoliitiikan välineenä.

Yleisiä jännitteitä tulee myös lisäämään kasvava energiamerkantilismi. Entistä useampi valtio haluaa varmistaa oman öljyn tarpeensa kattamisen haalimalla itselleen mahdollisimman suuren osan jäljellä olevista resursseista esim. ylihintaisilla futuurisopimuksilla tai omilla energiaputkilla. Peliteorian mukaisesti yhden valtion aiheuttama valtatasapainon muutos pakottaa muutkin valtiot samanlaiseen toimintatapaan, joka vie resursseja ja hankaloittaa suhteita (esim. kilpailujuoksu Pohjoisnavalle).

Jännitteiden äärimmäinen muoto on luonnollisesti kansainväliset konfliktit ja puhtaat resurssisodat, joissa taistellaan ase-in öljyn omistus- ja osto-oikeuksista. Öljyllä oli jo 1990-luvulla keskeinen rooli muun muassa Acehin, Algerian, Angolan, Tšadin, Kolumbian, Kongon ja Sudanin taisteluissa (Billion Le, 2000). ”Irakin vapauttaminen” öljyvarantojen

vuoksi ei jäänekään viimeiseksi laajamittaiseksi aseelliseksi taisteluksi energioresursseista. Synkkiä skenaarioharjoituksia voi esimerkiksi tehdä miettimällä, mitä tapahtuisi, jos Venäjä ja islamilaiset maat päättäisivät lopettaa öljyn myynnin Yhdysvalloille. Tai mitä Yhdysvallat on valmis tekemään, ettei edellinen skenaario koskaan toteudu? Entä miten pitkälle Kiina on valmis menemään öljyn takia? Konfliktien ei tarvitse myöskään olla kansallisvaltioiden välisiä, vaan ne voivat yhtä hyvin olla valtioiden sisäisiä tai ryhmittymien välisiä. Kaikissa tapauksissa ihmishenkiä menetetään samalla tavalla öljyn vuoksi.

Todennäköistä siis on, että tarjontaongelmat tulevat lisäämään kansainvälisiä jännitteitä ja riskejä, kun kansakunnat pyrkivät varmistamaan oman energiatasapainonsa. Odotettavissa on, että sekä kysyntä- että tarjontapuolelle tulee syntymään uudenlaisia energia-alliansseja, joita ei ole vielä nähty. Ennakoitavuutta hyveenä pitävälle kansainväliselle poliittiselle järjestelmälle tämä ei lupaa hyvää.

Öljyhuippu ei tule olemaan öljyvaltioillekaan pelkästään positiivinen asia. Vail (2007) uskoo tarjontapulan aiheuttavan geopoliittista epävakautta jopa vakaimmissa öljymaissa. Ongelmat ruokkivat itse itseään ja nopeuttavat geologisesti tarjolla olevan öljyn määrän laskua. Vailin mukaan odotettavissa on, että;

- *Hyökkäykset öljyinfrastruktuuria vastaan lisääntyvät.* Niukkuuden lisääntyessä ja maailmanmarkkinahintojen noustessa onnistuneiden iskujen hyöty lisää ideologisesti ja taloudellisesti motivoituneiden ryhmien alttiutta iskeä öljytuotantoon. Hyökkäysten lisääntyminen vuorostaan nostaa öljyn hintaa, mikä entisestään lisää iskujen todennäköisyyttä. Meksikossa esimerkiksi arvioitiin sissien syyskuussa 2007 kaasuputkien räjäytysten aiheuttaneen 200 miljoonan päiväkustannukset. Iskun tekemisen kustannusten arvioitiin olleen vain kymmenen tuhatta dollaria.
- *Öljytuottajien yhteiskunnallinen tasapaino horjuu.* Arvokkaiden vientitulojen turvaamiseksi öljymaiden johto tulee todennäköisesti turvautumaan sisäiseen säännöstelyyn, hinnannostoihin sekä polttoaineiden subventoimisen lopettamiseen ja öljyn epäoikeudenmukaiseen jakamiseen. Eriarvoisuuden lisääntymisen aiheuttamia seurauksia on nähty jo Irakissa, Iranissa, Boliviassa ja Nigeriassa hyökkäyksinä öljyinfrastruktuuria vastaan ja nousseina tuotantokustannuksina.
- *Öljyrosvous lisääntyy.* Heikkenevät taloudelliset olot jättävät suuret kansanjoukot ilman toivoa paremmasta taloudellisesta tilanteesta. Öljyn arvokkuus kannustaa näitä ihmisiä käyttämään oman käden oikeuttaan öljyresursseja kohtaan. Esimerkiksi Nigeriassa suuri osa tuotantokatkoista johtuu öljyä taloudellisesta syistä varastelevista jengeistä. Tuotantokatkokset vastaavasti heikentävät maan yleistä taloudellista tilaa, mikä vuorostaan ajaa entistä useampia huonoon asemaan, mikä taas lisää alttiutta öljyrosvoukselle jne.

Isojen maiden poliittisen pelin pohdinnan ohella tulee huomata myös, että tarjontahuippu iskee ensimmäisenä sinne, missä lähtökohdatkin olivat huonot. Ensimmäisiä häviäjiä tulevat



olemaan köyhät maat, esimerkiksi monet Afrikan valtiot, jotka kerta heitolla hinnoitellaan ulos öljypohjaisista energialähteistä. Kyse ei ole ainoastaan liikkumisongelmasta vaan monissa näissä maissa koko sähköntuotanto on öljy-/dieselpohjaista. Energiaongelmat yhdistettynä ilmastomuutoksen rampauttamaan ruokatuotantoon saattavat viedä kansalaisilta viimeisenkin toivon kipinän, joka purkautuu mielenosoituksina, väkivaltaisuuksina ja jopa laajamittaisina kansanvaelluksina.

Kasvavien Aasian maiden tilanne ei ole paljon kehuttavampi. Alue on tuontiöljyn varassa ja suuri osa viime vuosien kasvaneesta energiantarpeesta on katettu öljyllä. Energiakulujen osuus kulutuksesta on alueella kehittyneitä maita suurempi ja energian käytön tehokkuus vielä huonoa. Esimerkiksi Japaniin verrattuna jokaista BKT-yksikköä kohti näissä maissa käytetään viisinkertainen määrä energiaa (ADO, 2005). Öljyn tarjontaongelmat aiheuttanevat näissä maissa elintason laskemista, yleistä tyytymättömyyttä ja sisäisiä konflikteja. Myanmarin kesäiset mielenosoitukset toimivat osuvana esimerkkinä kansalaisten reaktioista (Nelson, 2008).

Tarjontaongelmat eivät ole vain kehittyvien maiden päänvaiva. Kehittyneistäkin maista Japanin tapaiset resurssiköyhät ja väkirikkaat maat tulevat olemaan paljon huonommassa asemassa verrattaessa sitä Kanadan tapaisiin resurssirikkaisiin ja vähäväkisiin valtioihin.

Ajallisesti melkein kaikista tasapainomuutoksista ja niiden seurauksista on jo nyt merkkejä. Öljymaiden kasvaneen taloudellisen ja poliittisen vaikutusvallan voidaan ajatella jatkavan kasvuaan lähitulevaisuudessa, kuten myös yleisen energiamerkantilismin. Pahimmissa energiahäviöissä epävakaus ja tyytymättömyys tulevat näkymään kaduilla nopeastikin. Arvellaista vaikutuksista lähitulevaisuudessa epätodennäköisiltä tuntuvat ainoastaan uudet täysimittaiset resurssisodat. Sotien ajoitukseen ja luonteeseen seuraavien vuosikymmenien aikana vaikuttaa paljon korvaavien energialähteiden kehitys.

#### 4.1.2 Talousvaikutukset

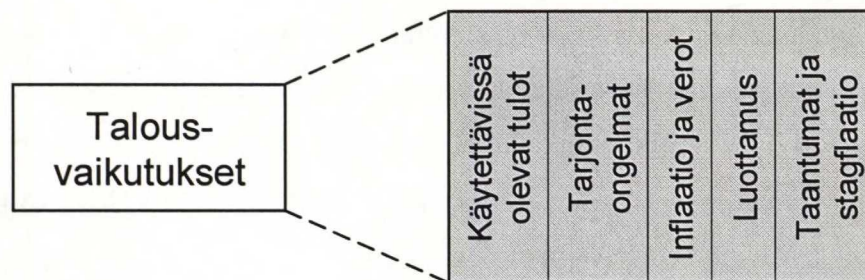
Kappaleessa 2.3.2 käsiteltiin öljyn roolia talouden tukijalkana. Tuolloin todettiin öljyn hinnan vaikuttavan yleiseen kustannustasoon suoraan polttoaineiden sekä epäsuorasti tuotannon raaka-aineena olemisen kautta. Lisäksi korostettiin halvan öljyenergian roolia viime vuosisadan talouskasvun lähteenä ja tulevaisuuden kasvun pohjana. Tarjontahuipun taloudellisia vaikutuksia analysoitaessa huomio kiinnittyikin juuri inflaatioon ja talouskasvuun.

Öljyn talousriskien arviointi on ollut viime vuosikymmenet vähäistä. Öljyä on ollut runsaasti tarjolla ja hinnat ovat olleet melko vakaat. Talouskasvun ja energiatehokkuuden parantumisen myötä öljyn taloudellinen merkitys maailmassa väheni pitkän aikaa. Kun 1980-luvun alussa öljykulujen osuus maailman BKT:stä oli 7 %, niin 1990-luvun lopussa se oli enää vain 1,5 %. Tuotteiden öljyintensiivisyys eli käytetyn öljyn määrä per valmistettu yksikkö on myös pudonnut alle puoleen 1970-luvun arvoista. Taloudellisten riskien pienentyessä kiinnostus öljyä kohtaan luonnollisesti vähentyi. Öljyn ja talouden välisen yhteyden ajateltiin katkenneen pysyvästi. Hintojen nousu 2000-luvun alussakaan ei ollut tarpeeksi suuri herättämään kiinnostusta talousvaikutuksia kohtaan, kun öljykulujen osuus BKT:stä vaihteli 2,5-3,5 %:n välillä. Nyt tilanne on aivan toinen. Öljyn hintojen nopean ja suuren nousun myötä tarjontahuippuvaroituksiin suhtaudutaan uudella vakavuudella ja talousvaikutuksia on alettu pohtia. Öljyn barrelihinnan saavuttaessa 170 dollarin tason öljykulujen osuus maailman BKT:stä on jo valtavat 10 %. Talousvaikutuksilta ei siis voida välttyä.

Talousvaikutuksia arvioidessa tulee ymmärtää, ettei yksittäisen maan öljyriski ole pelkästään funktio maan tuontiöljyn määrästä. Globaalin hyödykkeen luonteesta johtuen kysyntä- ja tarjontamuutokset missä päin maailmaa tahansa vaikuttavat yrityksiin ja kuluttajiin kaikkialla. Samaan tapaan myös talousvaikutukset heijastuvat maasta toiseen globaalien pääoma-markkinoiden mukana, kuten subprime-luottokriisi osoittaa.

Öljyn tarjontahuipulla on useita taloudellisia vaikutuksia (kuva 4-5). Ensimmäisenä öljyn hinnan korotuksesta kärsivät muiden tuotteiden myyjät. Öljyn kysyntä on keskipitkällä aikavälillä joustamatonta, joten aikaisempaa suurempi osa tuloista kuluu öljyyn ja siksi lisäkustannus on suoraan pois muiden tuotteiden ja palveluiden kulutuksesta. Esimerkiksi yhdysvaltalainen keskivertoperhe perhe käytti vuonna 2003 40 000 dollarin tuloista öljyyn ja kaasuun 1 900 dollaria. Nykyisillä hinnoilla vastaaviin hankintoihin menee yli 6 500 dollaria. Säästämisasteen ollessa jo lähtötilanteessa negatiivinen muusta kulutuksesta pitää siis karsia 4 600 dollaria vuodessa. Autoilua vähentämällä pystytään hieman pienentämään polttoainelaskua, mutta parissa vuodessa syntynyt ero on huima ja hinnan noustessa kulutusta joudutaan karsimaan entistä enemmän. Kulutuksen karsiminen luonnollisesti vaikuttaa kansantalouden kerroinvaikutuksen kautta voimakkaasti taloutta hidastavasti. Öljyn hinnan nousu on siis kuin vero, jonka tuotot menevät ulkomaille.





**Kuva 4-5** Tarjontahuipun talousvaikutukset

Energiakustannusten nousu vaikuttaa myös yritysten tarjontaan. Jos öljyn hinnankorotuksia ei pystytä laskuttamaan täysimääräisesti asiakkailta, kannattavuus kärsii, mikä johtaa palvelun huononemiseen, tuotantomäärien laskuun tai jopa toiminnan lopettamiseen. Polttoaineiden hinnannousu on vaikuttanut jo nyt muun muassa lentoyhtiöiden reittivalikoimaan ja rekkayrittäjien sopimusneuvotteluihin. Samanlainen seuraus on myös kysynnän pienenemisellä. Autonostajien preferenssien muuttuminen uhkaa jopa kaataa autonvalmistaja General Motorsin ja jättää kymmeniä tuhansia työttömäksi kun alhaisemmalla myynnillä ei saada katettua korkeita kiinteitä kustannuksia. Erilaiset energia- ja raaka-aineongelmat vaikuttavat tarjontaan myös toimitusvarmuuden huononemisen ja korkeampien kustannusten kautta. Kaikissa tapauksissa vaikutus talouskasvuun on luonnollisesti negatiivinen.

Öljyn hintojen korotuksilla on myös taipumus kohottaa yleistä inflaatiota. Inflaatiokierre on hankalaa kaikkien osapuolten kannalta ja hankaloittaa rahapolitiikan tekemistä. Hintojen noustessa työntekijät haluavat kompensoida menettämäänsä rahan arvoa palkankorotuksilla, joka vuorostaan nostaa kustannuksia ja inflaatiota. Keskuspankit pyrkivät estämään kehitystä nostamalla korkoja, jotka vuorostaan vähentävät kuluttajien hankintoja ja yritysten investointihalukkuutta. Kun keskuspankit tässä tilanteessa sitten pyrkivät elvyttämään talouskasvua korkoja laskemalla, niin inflaatio vuorostaan lähtee nousuun. Näin tapahtui esimerkiksi 1970-luvun öljykriisien jälkihoidossa. Hallitukset joutuvat ratkomaan hintojen nousun ohessa myös vaihtotaseen ja valuutan arvon heikkenemistä.

Öljyn korkeammat hinnat vaikuttavat talouskasvuun myös verojen kautta. Kuluttajat valittavat ensimmäisenä polttoaineiden veroista, mutta useammalta jää huomiotta, että myös julkinen sektori käyttää öljyä palveluiden tuottamisessa. Poliisiautot toimivat polttomooottoreilla, koulut lämmitetään öljyllä jne. Kohonneet kustannukset pitää kerätä kansalaisilta veroja korottamalla, mikä vähentää kuluttajien käytettävissä olevia tuloja ja hidastaa talouskasvua. Kasvun hidastuminen saattaa jopa johtaa ikävään kierteeseen, missä työttömyyden kasvu, verojen korottaminen ja kysynnän lasku seuraavat toisiaan.

Korkeammat öljyn hinnat vaikuttavat myös kuluttajien- ja sijoittajien yleiseen luottamukseen. Ekonomistien mukaan kuluttajat kuluttavat vuodessa noin 3-5 % osakevarallisuudesta (Dyman & Maki, 2001). Talouskasvun taittuminen laskee omistusten arvoja (esim. asunnon ja osakkeiden arvoa), mikä vastaavasti aiheuttaa kulutuksen karsimista. Varallisuuserien 20-30 % laskun kulutusvaikutus voi olla markkinasta riippuen jopa yhtä suuri kuin öljyn hinnan vaikutus käytettävissä oleviin tuloihin. Kulutuksen karsiminen taas heikentää talouskasvua ja luottamusta.

Kuten edellä on osoitettu, öljyn tarjontahuippu ja hintojen nousu vaikuttavat talouteen monella tavalla. Pidempiaikaisten vaikutusten kannalta keskeinen kysymys kuitenkin on kysynnän ja tarjonnan epätasapainon vaikutus talouskasvuun. Hamiltonin (2005) mukaan Yhdysvalloissa kymmenestä viimeisestä laskusuhdanteesta yhdeksää on edeltänyt öljyn hintojen nousu. Syy-seuraussuhde ei kuitenkaan ole selviö, koska jokainen öljyn hinnan nousu ei ole johtanut taantumaa. Ekonomistien kesken tulkinnoissa on myös selkeitä eroja. Esimerkiksi Kilianin (2008) mukaan 1970-luvun puolenvälin lama ei johtunut ollenkaan öljyn hintamuutoksesta, kun taas Hamilton käyttää tapahtumaa malliesimerkkinä hintojen talousvaikutuksesta. Vallitseva näkemys ekonomistien keskuudessa tällä hetkellä on, että öljyn hinnan nousu aiheuttaa talouden taantumista, vain jos se vaikuttaa tuotteiden hintoihin, kuluttajien ja yritysten kulutukseen ja yleiseen inflaatioon. Esimerkiksi 2000-luvun alkupuolella öljyn hinnankorotuksilla ei ollut suurempia talousvaikutuksia velkapainotteisen kulutuksen kasvun ja pienentyneen öljyn roolin vuoksi. Tulevaisuuden osalta kannattaa kuitenkin muistaa, että ainoastaan ekonomistit uskovat rajattomaan kasvuun rajallisessa maailmassa.

Kuinka paljon hinnan nousu sitten vaikuttaisi talouskasvuun? IMF on arvioinut globaalin BKT:n laskevan 0,6 % jokaista öljybarrelin 10 dollarin hinnannousua kohti (Wescott, 2006). Vastaavasti USA:n keskuspankin arvio ovat hieman maltillisempi 0,4 % (Wescott, 2006). Öljysokin vaikutus ei luonnollisesti ole yhdenmukainen maiden ja toimialojen kesken. Guerrierin (2005) mukaan tuontiöljyn varassa olevat taloudet kärsivät nopeasti, mutta myös öljyn viejämaiden kansantulo saattaa laskea palkkainflaation, investointien pienentymisen ja lisääntyneen tuontikulutuksen seurauksena. Toimialavaikutusten osalta Ciscar ynnä muiden (2004) makrokansantaloudellisen simulointimallin tulosten mukaan öljysokki heikentää Euroopassa öljyalalla olevien yritysten jälkeen suhteellisesti eniten metsä-, ruoka- ja metallialan yrityksiä. Vastaavasti Henryn ja Stokesin (2006) tutkimuksen mukaan Yhdysvalloissa suhteellisesti eniten kärsivät energia-, liikenne- ja kestokulutushyödyke-

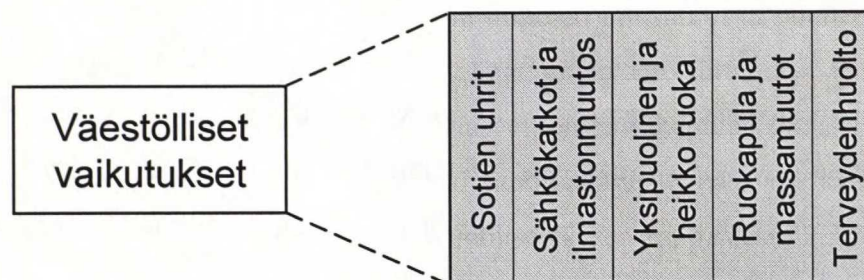


toimiala. Tuloksia selittää alojen korkea öljyintensiivisyys ja riippuvuus kuluttajien käytettävistä tuloista.

Tarjontahuipun talousvaaroista pelottavin on stagflaatio eli heikon, jopa negatiivisen, talouskasvun ja korkeiden korkojen aika. Stagflaatiosta seuraa raju investointien ja kulutuksen karsiminen, joka tuo mukanaan suurtyöttömyyden. Julkiset taloudet ovat yleisesti ottaen heikosti varautuneet taantumiin, räjähdysmäisiin hintojen nousuihin ja puutteeseen. Halpaan energiaan perustuvat yhteiskunnalliset suunnitelmat joudutaan laittamaan lennosta uusiksi. Julkisten palveluiden taso saattaa jopa romahtaa valtioiden rahapulan takia. Huonoimmassa tapauksessa myös koko kasvuun perustuva rahoitusjärjestelmä voi kaatua maksujen laiminlyöntien ja varallisuuden arvonlaskun seurauksen kuten kappaleessa 2.3.3 esitettiin.

#### 4.1.3 Väestölliset vaikutukset

Energian saatavuudella ja hinnalla on suora vaikutus maailman ruokatalouteen. Kuten kappaleessa 2.4.4 todettiin, nykyaikainen maatalous on täysin riippuvaista fossiilisista polttoaineista ja ilman nykyaikaista tehokkuutta on mahdotonta ruokkia maapallon seitsemän miljardia ihmistä. Öljyn tarjontahuippuun liitetäänkin usein melko apokalyptisiä väestöennusteita. Väkimäärän ohella Peak Oil vaikuttaa väestön hyvinvointiin ja joskus jopa sijaintiin. Väestölliset vaikutukset ovat tiivistettynä kuvassa 4-6



**Kuva 4-6** Tarjontahuipun väestölliset vaikutukset

Tarjontahuipun väestövaikutukset johtuvat useasta eri asiasta. Suurin syy-seuraussuhde on resurssisodilla. Taistelut öljyn vuoksi vaativat ihmishenkiä, hankaloittavat ruokahuollon ylläpitoa, lisäävät sairauksia ja voivat aiheuttavaa suurienkin ihmismassojen siirtymisen maasta toiseen. Tuorein globaali resurssisodan vaikutuksista on Darfurin konflikti Sudanissa, jossa on kuollut yli 400 000 ihmistä ja 2,5 miljoonaa on joutunut jättämään kotinsa.

Taloudellisen tilanteen heikkeneminen vuorostaan vaikuttaa enemmän väestön hyvinvointiin, eikä sinänsä tuo mukanaan akuuttia väestöllistä kriisiä (esim. 1930-luvun lamalla ei ollut kriisivaikutuksia). Hintojen kohoamisen vuoksi osa kansalaisista ei ehkä kykenisi maksamaan

talvella lämmityslaskuaan ja joutuisi kärsimään kylmyydestä. Huomattavasti riskialttiimpaa on energiapulan aiheuttamat katkokset, jotka saattavat jättää pahimmassa tapauksessa miljoonat ilman sähköä, vaikka laskut on maksettu. Öljyn hintojen nousu aiheuttanee myös kivihiilen käytön lisääntymistä, jolla on todettu olevan ikäviä, ilmastomuutoksellisia vaikutuksia.

Merkittävin väestömääriin ja hyvinvointiin vaikuttava tekijä on kuitenkin ruokahuollon toimivuus. Ensimmäisessä vaiheessa ruoan hinta nousee tuotanto- että kuljetuskustannusten vuoksi ja vaikuttaa suoraan syödyn ruoan määrään ja laatuun. Monilla on varaa vain yksipuolisempaan ja epäterveellisempään ruokavalioon. Myös syödyn ravinnon määrä laskee.

Ikävin skenaario on kuitenkin puhdas ruokapula. Lannoitteiden ja torjunta-aineiden niukkuuden vuoksi maatalouden tehokkuus laskee ja viljelyyn kelpaava pinta-ala ei riitä ruokkimaan kaikkia. Tuotannon saannon lisäksi myös laatu heikkenee ja ravinto-ongelmat lisäävät sairauksien määrää. Joissakin laskelmissa maailman väkiluku pienenesi ruokapulan vuoksi jopa useilla miljardeilla ihmisillä ja kokonaan ilman öljyä ja öljypohjaisia tuotteita maapallo pystyisi ravitsemaan vain miljardi ihmistä. Ruokapula ei myöskään kosketa ainoastaan köyhiä maita, vaan se levinnee myös kehittyneisiin maihin. On myös odotettavaa, että ruoka- ja ilmastotilanteen huonontuessa ihmiset lähtevät liikkeelle ja esimerkiksi Afrikasta saattaa pyrkiä Eurooppaan kymmeniä miljoonia ihmisiä.

Ruokahuollon kehitystä arvioitaessa tulee huomioida, että se on melkein kaikkialla tärkeimpien toimintojen listalla numero ykkönen. Maatalouden kehittämiseen tullaan varmasti panostamaan ja se on prioriteettiasemassa niukkuutta jaettaessa (sekä ruoan kasvattaminen että sen jakelun varmistaminen). Paljon riippuu poliitikkojen ja maatalouteen pohjautuvan teollisuuden toimista sekä ruoan käytön tehokkuudesta.

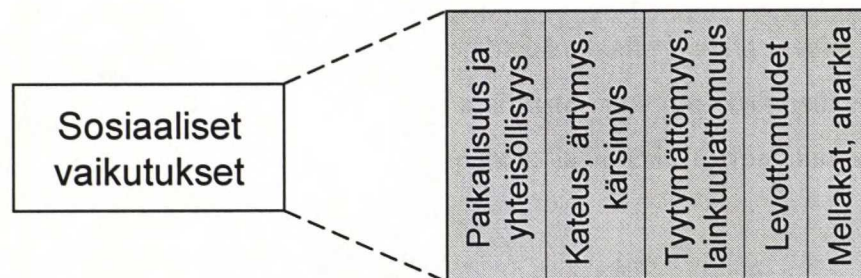
Öljyn tarjontahuipulla on mahdollisesti myös merkittäviä terveydenhuoltovaikutuksia. Aliravitsemuksen arvioidaan laskevan eliniänodotetta ja mielenterveysongelmien lisääntyvän. Lyhyemmällä aikavälillä energiapula voi vaikuttaa lääkkeiden ja hoitovälineiden riittävyyteen ja saatavuuteen. Hintojen nousu on todennäköistä ja toimituskatkoja tulee esiintymään. Öljyn niukkuus myös laskee sairaaloiden diesel-pohjaisten varageneraattorien toimintavarmuutta. Positiiviseksi kehitykseksi voi laskea lisääntyvän lihasvoimaisen liikkumisen joka parantaa yleistä fyysistä kuntoa.



#### 4.1.4 Sosiaaliset vaikutukset

Ihmistä puhuttaessa muutoksilla on aina myös sosiaalinen näkökulma. Näin on myös öljyhuipun kanssa. Sosiaalisten vaikutusten arviointi on kuitenkin hieman hankalaa ongelman globaalin luonteen ja pitkän aikajänteen vuoksi. Halvan energian pitkäaikainen ja merkittävän tasoinen vähentyminen on myös nykyaikaiselle yhteiskunnalla tietyllä tavalla ainutkertainen koettelemus, koska samankaltaisia vertailukohtia ei historiassa ole. Valmistautumisen vuoksi on kuitenkin tärkeää miettiä, mitä saattaisi tapahtua ja miksi. Tarjontahuipun mahdollisia sosiaalisia vaikutuksia on esitetty kuvassa 4-7

Tarjontahuipun sosiaalisten vaikutusten ei tarvitse automaattisesti olla negatiivisia. Osa näkee liikkumisen kallistumisen ja kuluttamisen vähentymisen positiivisena kellon taaksepäin kääntämisenä. Elämästä tulisi jälleen paikallisempaa ja yhteisöllisempää. Sekä tuotteet että ruoka valmistettaisiin lähellä. Työn tekemisessä keskityttäisiin oleelliseen. Kansalaisdemokratia kukkisi ja yhteisön jäsenet pyrkisivät yhdessä ratkaisemaan öljyn aiheuttamia ongelmia. Moni asia muuttuisi arjessa, mutta ei mitenkään katastrofaalisesti. Kehitysskenaarion toivottavuutta tukee tutkimustieto, että ihmiset olivat 1950-luvulla ennen modernia kulutusyhteiskuntaa aivan yhtä onnellisia kuin tänä päivänä (Dienerl & Seligman, 2004).



**Kuva 4-7** Tarjontahuipun sosiaaliset vaikutukset

Suuri osa mahdollisista sosiaalisista vaikutuksista on kuitenkin paljon edellistä esitettyä karumpia. Vaikutusten laatu ja suuruus on oikeastaan riippuvainen kahdesta seikasta. Ensinnäkin siitä, miten tarjontahuippu vaikuttaa globaaliin valtatasapainoon, taloudelliseen kehitykseen ja väestöllisiin vaikutuksiin, ja toiseksi siitä, miten ihmiset tulevat reagoimaan näihin vaikutuksiin.

Valtatasapainon muutosten sosiaaliset vaikutukset vaihtelevat hienovaraisista tuhoisiin. Hienovaraisiin voidaan laskea tulonsiirtoihin liittyvä kateus ja aseman menetykseen liittyvä ärtymys. Ihmisten on vaikea joustaa elintasossaan alaspäin, kun he samaan aikaan näkevät öljymaiden kansalaisten taloudellisen tilanteen paranevan. Vaikka kyseessä on vain tilapäinen vaihe, niin kateutta ilmenee. Samalla tavalla osa haikailee takaisin aikoja, jolloin ei tarvinnut

olla öljymaiden talutusnuorassa ja suosiossa, jos halusi ostaa öljyä. Vertailukohtaa voi hakea venäläisten itsetunnon romahtamisesta Neuvostoliiton hajoamisen ja globaalinen suurvallan aseman menettämisen jälkeen. Kateuden ja kiukun vaikutukset ovat kuitenkin merkityksettä verrattaessa niitä mahdollisten resurssisotien vaikutuksiin. Pelkkä sodan pelko vaikuttaa kansalaisiin ja itse taistelut tuovat mukaan paniikkia, epätoivoa ja kuolemaa. Kansalaisten kärsimykselle ei voi edes laittaa arvoa.

Taloudellisen kehityksen vaikutukset vuorostaan pahenevat asteittain. Tarjontahuipun tapahtuminen näkyy nopeasti kuluttajien lompakoissa, mikä herättää tyytymättömyyttä yrityksiä ja poliittisia päättäjiä kohtaan. Energian, ruoan ja tuotteiden hintojen nousulle yritetään löytää syyllisiä keinottelijoista, yritysjohtajista, päättäjistä tai öljykartelleista. Ihmisten on vaikea hyväksyä oman kulutuksen leikkaantumista ja elämäntapojen uudelleen arviointia. Kohonneita ruoan hintoja vastaan on protestoitu jo muun muassa Väli-Amerikan maissa. Ensimmäisessä vaiheessa reagoivat myös erityisen voimakkaasti ne, joiden elinkeino tai toimiala on polttoainepainotteista. Keski-Euroopassa kalastajat ja liikenneyrittäjät ovat jo järjestäneet lakkoja sekä massiivisia protesteja.

Tähän vaiheeseen kuuluu tavanomaisesti yhteiskunnan hätiin huutaminen. Vaaditaan esimerkiksi taloudellisia tukiaisia ja verotuksellisia muutoksia (muun muassa polttoaine- ja arvonnäisäverotus). Vaikka kulutuksen vähentymisellä on yksilön kannalta sosiaalinen vaikutus, niin se ei kuitenkaan saa aikaan suurempaa yhteiskunnallista muutosta. Kyse on vielä paljolti verbaalisesta tyytymättömyydestä.

Tyytymättömyys kuitenkin lisääntyy selvästi, kun tarjontahuipun vaikutukset alkavat näkyä yleisesti koko taloudessa. Korkojen nousu, konkurssit ja lisääntynyt työttömyys saavat ihmiset kaduille ja jopa barrikadeille. Vallassa olevat päättäjät ovat yleensä sijaiskärsijöitä kansan uskoessa uuden johdon pystyvän muuttamaan kehityssuunnan. Talouden pysähtyneisyys tekee ihmisistä katkeria ja apaattisia. Uudenlaiseen arkeen totuttelu ja tulevaisuuden unelmista luopuminen on raskasta. Valtiot saattavat myös joutua aloittamaan säännöstelyn, joka johtaa lisääntyneeseen keinotteluun ja lainkuuliaisuuden vähentymiseen. Lisäksi taloudellinen kurjuus lisää varkauksia ja väkivaltaa.

Talousmuutokset näkyvät myös yhteiskunnan sisäisissä suhteissa. Hintojen nousu iskee voimakkaimmin taloudellisesti huono-osaisempiin, koska heillä energian ja ruoan osuus kulu-rakenteesta on suhteellisesti suurempi. Hintarasituksen ”epäoikeudenmukainen” jakautuminen ja tunne, ettei ole mitään menetettävää voi johtaa nopeastikin yhteiskunnallisiin levotto-



muuksiin. Taloudellisen tilanteen huonontuessa keskiluokka ei myöskään välttämättä enää halua tukea alimpia sosiaaliluokkia, kun heidän omakin taloudellinen tilanteensa on kuralla. Asenteet saattavat muuttua samantapaiseksi kuin se on nykyään monissa maissa siirtolaisia kohtaan.

Talousvaikutusten vakavampien uhkakuvien toteutuessa sosiaaliset vaikutukset nousevat aivan uudelle tasolle. Miten kansalaiset reagoivat yhteiskunnallisten palveluiden huononemiseen, sosiaaliturvan ja eläkkeiden leikkaamiseen sekä nouseviin veroihin? Tai entä jos koko talousjärjestelmä romahtaa, julkiset palvelut loppuvat, eläkkeitä ei pystytä maksamaan, varallisuus menettää kokonaan arvonsa ja miljoonat joutuvat työttömiksi. Todennäköisesti konflikteista ja mellakoista tulee jokapäiväisiä. Oman käden oikeudesta tulee hyväksyttävä toimintatapa. Leggett (2005) maalailee kirjassaan maailmaa, missä rikollisuus kasvaa ja fasismi nostaa päätään. Uudet johtajat joutuvat turvautumaan poikkeuslakeihin, vankileireihin, kidutukseen ja resurssisotiin. ASPO:n vetäjiin kuuluva Simon Ratcliffe (McKay, 2007) uskoo taas paikallisiin resurssikonflikteihin ja jopa valtioiden jakautumiseen pieniksi militanttien hallitsemiksi, koordinoimattomiksi alueiksi. Huonoimmassa tapauksessa siis Mad Max -elokuvasta tulisi ankeaa todellisuutta.

Talousvaikutusten lisäksi myös ruokatalouden tila tulee ottaa huomioon sosiaalisena muuttujana. Ruoan tuotannollisista tai toimituksellista syistä johtuvat tarjontaongelmat johtavat nimittäin kaikkein nopeimmin sosiaalisen järjestyksen romahtamiseen. Nälän tunne saa muuten lainkuuliaiset ihmiset tappelemaan ja käyttämään oman käden oikeutta parissa päivässä. New Orleansin sekasorto Katarina-hurrikaania seuraavina päivinä on tästä selkeä esimerkki.

Kuten edellä on esitetty, öljyn tarjontahuipun mahdolliset yhteiskunnalliset vaikutukset ovat hyvin moninaiset. Pysyvä öljyn niukkuuden tila vaikuttaa globaaliin valtatasapainoon, talouden kehitykseen, maailman väestöön ja sosiaaliseen elinympäristöön. Vaikutukset ovat myös keskenään linkittyneitä kuvan 4-3 osoittamalla tavalla. Keskeisiä kysymyksiä näyttävät olevan muun muassa öljyn allokointi eri maiden ja eri käyttökohteiden välillä. Tilanne nimittäin näyttää erityisen huonolta, jos öljystä taistellaan aseellisesti eikä ruokahuoltoa suosita öljyn käyttökohteena. Lisäksi tarvitaan energiaa säästäviä toimenpiteitä, hieman tuuria korvaavien energialähteiden kehittäessä sekä luovia tuotantoratkaisuja, ettei öljyhuippu käännä globaalia taloutta tuhoisaan syöksykierteeseen.

## 4.2 Muutokset yritysympäristössä

Yritysstrategian suunnittelu ja toteutus vaatii, että johdolla on selkeä näkemys siitä, mihin suuntaan sen markkinat ovat kehittymässä ja miten nykyistä toimintaa parhaiten kehitetään. Edellä analysoidut öljyn tarjontahuipun yhteyskunnalliset toimintaympäristömuutokset kertovat johdolle vain osatotuuden. Yrityksissä joudutaan lisäksi arvioimaan, miten öljyhuippu vaikuttaa oman toimialan kuluttajakäyttäytymiseen sekä miten toimintaa pitäisi sopeuttaa vastaamaan paremmin muuttuneeseen maailmaan. Miten esimerkiksi kustannusten nousu ja mahdollinen talousahdinko vaikuttaa myyntiin? Mitä lisääntyvä öljyn niukkuus ja mahdolliset toimitusongelmat merkitsevät ulkoistamiskehitykselle? Tai kuinka järkevä nykyinen tuotanto- ja logistiikkaverkosto on korkeammilla polttoainehinnoilla?

Tässä kappaleessa perehdytään yritysten kannalta kahteen tärkeimpään yritysympäristömuutokseen: kysyntään ja operaatioiden johtamiseen.

### 4.2.1 Kysyntä

Kysynnän arviointi on tärkeää, koska kaikki yrityksen operaatiot perustuvat ennusteisiin tulevista asiakasvirroista. Kysyntäennusteita käytetään niin suunnittelun, päätöksenteon kuin resurssien kohdistamisenkin lähtökohtana. Ennusteisiin pohjataan niin pitkän tähtäimen prosessi-, kapasiteetti- ja sijaintiratkaisut kuin lyhyen tähtäimen tuotannonsuunnittelu- ja varastointipäätökset (Tarkkala, 2008a).

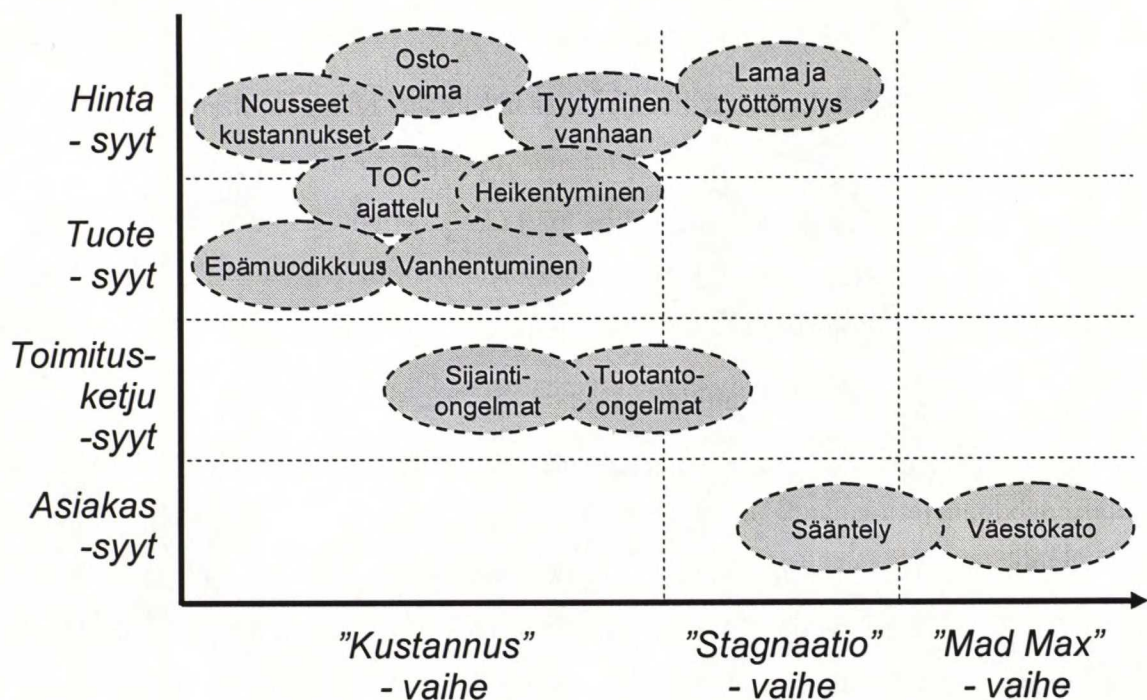
Yrityksen kohtaamaan kysyntään vaikuttaa luonnollisesti moni tekijä. Keskeisessä roolissa ovat muun muassa toimiala, positiointi toimialalla ja se, miten hyvin yritys pystyy strategiaansa toteuttamaan. Tarjontahuipun tapauksessa helpoin lähestymistapa olisi arvioida, mitkä toimialat kärsivät eniten suoraan tai välillisesti öljyn maailmanmarkkinahinnan nousemisesta. Tämän tyyppisissä analyyseissä usein todetaan lentoliikenteen tulevaisuuden olevan uhattuna ja autonvalmistajien kohtaavan suuria haasteita. Lisäksi liikkumiseen ja vapaa-ajan viettoon nojaavien toimialojen, kuten kuriiri-/kuljetusyhtiöiden, matkailu- ja turismialan, hotellien ja ravintoloiden tulevaisuus näyttää näin arvioituna synkältä.

Toimiala-analyysin ongelma kuitenkin on, että se keskittyy pääasiallisesti selvittämään, millä toimialoilla kohonneiden energiakustannuksen osuus kokonaiskustannuksista on korkea. Menetelmä ei esimerkiksi huomioi, että kuluttaja saattaa pitää tuotetta/palvelua niin tärkeänä, että hän maksaa siitä kohonneen hinnan. Analyysi myös tasapäistää koko toimialan ja jättää huomioimatta eri strategialla toimivien yritysten öljynhintakestävyys.



Toimiala-analyysissä on muun ohella kaksi rakenteellista ongelmaa. Ensinnäkin, se katsoo öljyn tarjontahuipun seurauksia kapeasti, ainoastaan kustannusten nousun näkökulmasta. Ja toiseksi, se ei toimi yritysjohton analyysityökaluna, joka auttaisi ymmärtämään kysyntään vaikuttavia tekijöitä, niiden ilmenemisajankohtaa ja sitä, millä ratkaisuihin yritys pystyisi minimoimaan negatiiviset kysyntävaikutukset.

Jotta voidaan paremmin ennustaa öljyn tarjontahuipun kysyntävaikutusta ja kehittää ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä, tulee kysyntään vaikuttavat tekijät luokitella. Alla olevassa kuvassa 4-8 on luokiteltu eri tekijät niiden luonteen ja ilmenemisajankohdan mukaan. Luonteen osalta kysyntään vaikuttavat tekijät on luokiteltu neljään ryhmään: hinta-, tuote-, toimitusketju- ja asiakassyihin. Ilmenemisajankohtien luokitteluperusteina on käytetty ennustettua tarjontahuipun vaikutusten etenemisjaottelua.



**Kuva 4-8** Öljyn tarjontahuipun erilaiset kysyntään negatiivisesti vaikuttavat tekijät luonteen ja ilmenemisajankohdan mukaan luokiteltuna

*Hintasyy*-kategoriaan kuuluu neljä tekijää, joita yhdistää kuluttajan varojen riittämättömyys. Suurin kysyntään vaikuttava tekijä on tuotteen hinnan nouseminen öljyn hinnan nousun seurauksena. Hinta vaikuttaa kuluttajien ostoalttiuteen ja kysyntä laskee, jos kyseessä on normaalihyödyke. Tähän ryhmään kuuluvat edellä mainitut öljypainotteiset alat, kuten lentoyhtiöt, turismipalvelut, muovituotteet ja maataloustuotteet. Toiseen ryhmään kuuluvat tuotteet, joiden kysyntä on hyvin riippuvainen käytettävistä olevista tuloista ja ostovoimasta. Muiden kustannusten nouseminen vaikuttaa suoraan näiden tuotteiden ja palveluiden

kysyntään. Tähän ryhmään kuuluvat muun muassa viihde-elektroniikkatuotteet ja huvituspalvelut. Myös yritykset, jotka ovat fokusoituneet alempien tuloluokkien asiakkaisiin, kärsivät nopeasti kustannuksien nousemisesta.

Kaksi muuta hintasyy-kategoriaan kuuluvaa kysyntävaikutusta tulee näkyville hitaammin vasta yleisen taloudellisen tilanteen huonontuessa. Taloudellisen epävarmuuden kasvaessa kuluttajat siirtävät korvaushankintojaan niin pitkään kuin mahdollista ja tyytyvät vielä toimiviin vanhoihin tuotteisiinsa. Tähän ryhmään voivat kuulua käytännössä, mitkä tahansa tuotteet. Epävarmuuden ohella myös korkea inflaatio, joka laskee varallisuuden arvoa, vaikuttaa samalla tavalla. Vanhoihin hyödykkeisiin tyytyminen toisaalta voi kasvattaa erilaisten huoltopalveluiden kysyntää.

Taloudellisen laman aikana kuluttajat saattavat vuorostaan karsia kaikki kuluerät, joita he eivät pidä kriittisinä. Huonoimmassa tapauksessa rahan puutteen takia myös kriittisiä hankintoja, kuten lääkkeitä, saatetaan jättää ostamatta, kuten 1990-luvun Suomessa huomattiin.

Öljyn tarjontahuipun kysyntävaikutuksia arvioidessaan yritysjohdon tulee siis suorien kustannusvaikutusten lisäksi huomioda sekä käytettävissä olevien tulojen että taloustilanteen muutoksen vaikutus kysyntään. Myynnin kasvattaminen vuorostaan vaatii tuotteen hinnan laskemista tai kuluttajalle tuotetun hyödyn kasvattamista.

Myös *tuotesyy*-kategoriaan kuuluu neljä tekijää. Kategorian ryhmiä yhdistää kuluttajan kiinnostuksen vähentyminen tuotteita kohtaan. Tarjontahuipun voimakkaampi julkisuus saattaa muuttaa yleisen asenteen negatiivisemmaksi joitakin öljypohjaisia tuotteita kohtaan ja aiheuttaa kysynnän vähentymistä. Vastaavasti kalliimman ja huonomman tuotteen kysyntä saattaa kasvaa, jos sitä pidetään muodikkaana vähäöljyisenä korvikkeena. Esimerkiksi osa hybridautojen kysynnän kasvusta voidaan ajatella johtuvan sosiaalisesta paineesta. On myös mahdollista, että yrityksen myynti saa positiivista nostetta, jos se onnistuu vakuuttamaan asiakkaat omista toimistaan energiankulutuksen vähentämiseksi.

Tuotekategoriaan painottuvat myös tuotteet, joiden kysyntään vaikuttavat muutokset niiden käyttökustannuksissa. Ostajat siis huomioivat ostotilanteessa hinnan lisäksi myös elinkaarikustannukset (Total Cost of Ownership). Kustannukset ovat saattaneet konkreettisesti nousta tai tulevaisuuden hintakehitys on epävarmaa. Kategorian esimerkkituotteiksi voi vaikka ajatella polttoainesyöpöt kaupunkimaasturit tai omakotitalon öljylämmityksen.



Tuotesyyksi voidaan ajatella myös tuotteen vanhentuminen. Tuote voi vanhentua itsessään, mutta yleisemmin kyse on kilpailijoiden markkinoille tuomista paremmista vaihtoehtoista. Esimerkiksi öljyn hinnan noustessa ja saatavuuden huonontuessa energian säästöä edistävät uudet ratkaisut saattavat pyyhkiä edellisen sukupolven tuotteet hetkessä markkinoilta.

Neljäs tuotetekijä, joka saattaa laskea kysyntää, on tuotteen tai palvelun heikentyminen. Jos kohonneita kustannuksia ei ole pystytty siirtämään hintoihin ja katteet ovat pienentyneet, niin yritykset yleensä karsivat kustannuksia ja vähentävät investointeja. Tämä taas vaikuttaa melko nopeasti tarjonnan laatuun ja vähentää kuluttajien ostohalukkuutta. Jo kohdassa 4.1.2 mainittu lentoreittien karsiminen tai itsepalvelun lisääntyminen ovat esimerkkejä heikentymisestä.

Kysynnän varmistamiseksi öljyn tarjontahuipun jälkeenkin yritysjohton tulee siis kiinnittää huomiota yleiseen arvomaailmaan, tuotteen elinkaarikustannusten minimoimiseen ja asiakkaiden silmissä kilpailukykyisten tuotteiden tarjontaan.

*Toimitusketjusyy*-kategoriaan kuuluu kaksi melko konkreetista kysyntään vaikuttavaa tekijää. Polttoaineiden kallistuessa ja elintapojen muuttuessa kuluttajat pyrkivät tekemään hankintansa entistä lähempänä kotiaan. Yritykset, joiden toimipaikkojen sijainti ei sovi muuttuneeseen maailmaan, menettävät kysyntää kilpailijoille, jotka pystyvät vastaamaan uusiin asiakas-toiveisiin. Kategoriaan voidaan ajatella myös kuuluvan käänteisesti asunnot, joihin kulkeminen on täysin henkilöauton varassa.

Sijaintiratkaisuja hankalammin ratkaistava tekijä on tarjontahuipun aiheuttamat tuotanto-ongelmat. Markkinoilla voi olla kysyntää yrityksen tuotteille, mutta esimerkiksi raaka-aineongelmista, energiakatkoksista tai kuljetushäiriöistä johtuen tuotteita ei voida toimittaa. Taloustilanteen huononeminen kasvattaa tuotannollisten ongelmien riskejä.

Viimeistä kysyntään vaikuttavien tekijöiden luokkaa voidaan kutsua *asiakassyy*-kategoriaksi. Yrityksen kysyntä saattaa kärsiä esimerkiksi julkisen tahon asettamista myynti- tai ostorajoituksista. Viranomaiset voivat resurssipulan vallitessa säännellä, kuinka paljon yritys saa myydä tiettyjä tuotteita ulkomaille tai kuinka paljon kotimaiset asiakkaat saavat tuotteita ostaa. Sääntelyllä pyritään rajoittamaan kulutusta ja varmistamaan raaka-aineiden ja tuotteiden pitkän ajan riittävyys, mutta sillä on negatiivinen vaikutus yrityksen myyntiin. Yritys saattaa myös itse joutua sääntelemään myyntiään estääkseen tuotteiden hamstrausta ja mustan pörssin kauppaa.

Öljyn tarjonnan vähentymisellä saattaa huonoimmassa tapauksessa olla suuret väestömäärälliset vaikutukset. Nälänhätä, sairauksien lisääntyminen ja massamuutot saattavat karsia asiakaspotentiaalia, mikä luonnollisesti näkyy tuotteiden ja palveluiden kysynnässä. Suurimmalle osalle yrityksistä asiakassyy-kategorian riskit ovat kuitenkin sen verran kaukana tulevaisuudessa, että niihin ei tarvitse / ei voi ryhtyä aktiivisesti varautumaan. Poikkeuksen muodostavat tietysti yritykset, joiden markkinat kärsivät nyt jo väestöllisistä vaikutuksista esimerkiksi Afrikassa.

#### 4.2.2 Operaatioiden johtaminen

Tässä tutkielmassa on perehdytty siihen, millaisia vaikutuksia öljyn tarjontahuipulla voisi olla. Öljyn kysynnän ylittäessä tarjonnan on todettu näkyvän suoraan öljynhinnan nousuna ja toimitusvarmuuden heikkenemisenä (kpl 3.4). Kustannusten nousun on arveltu myös laajenevan muihin tuotannon tekijöihin. Öljypulan on spekuloitu aiheuttavan eri vahvuisia yritys ympäristömuutoksia niin valtatasaapainoissa, taloudessa, väestöllisessä kehityksessä kuin sosiaalisissa rakenteissa (kpl 4.1). Lisäksi on arvioitu talouden erityyppisiä vaikutuksia yritysten kysyntään (kpl 4.2.1). Tässä kappaleessa keskitytään arvioimaan miten nämä muutokset vaikuttavat yrityksen operaatioihin (kuva 4-9)?

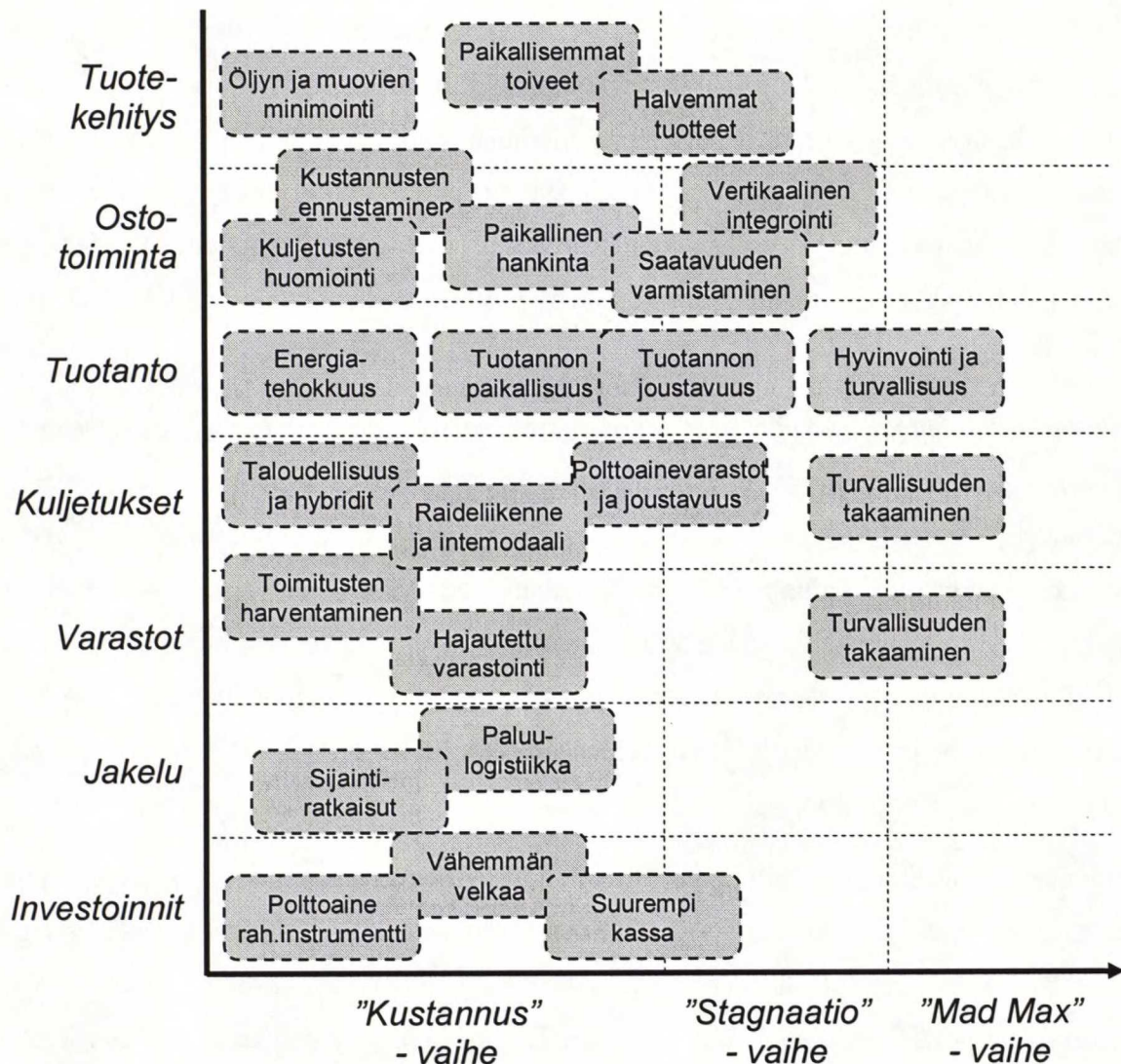


**Kuva 4-9** Öljyn tarjontahuipun vaikutus operaatioiden johtamiseen

Operaatioiden johtamisella tarkoitetaan yrityksen tuotteet ja palvelut luovan tuotantosysteemien suunnittelua, johtamista ja kehittämistä. Operaatioissa pyritään täyttämään asiakkaiden tarpeet niillä taloudellisilla resursseilla, joita yrityksellä on käytettävissään. Operaatioiden keskeisiä toimintoja ovat tuotekehitys, ostotoiminta, tuotanto, kuljetukset ja varastointi sekä jakelu (Tarkkala, 2008b). Kuvassa 4-10 on luokiteltu eri toimintojen huomiokohteet tarjontahuipun ennustetun etenemisen mukaan. Alkuvaiheessa eri toiminnoissa keskitytään pääasiallisesti kustannusten karsintaan. Pysyvästi korkeammat



kuljetuskustannukset pakottavat muuttamaan toimintatapoja ja tekemään rakenteellisia muutoksia. Heikkenevä taloustilanne vuorostaan vaatii sopeuttamaan tarjontaa paremmin kysyntään sopivaksi. Sosiaalisten ongelmien lisääntyessä toimitusketjun eri osioiden pitää kiinnittää aikaisempaa enemmän huomiota myös työntekijöiden hyvinvointiin ja turvallisuusnäkökulmiin. Seuraavassa käsitellään tarkemmin toiminnoittain öljyn tarjontahuipun operaatiovaikutuksia.



**Kuva 4-10** Öljyn tarjontahuipun operaatiovaikutukset toimintojen ja ilmenemisajankohdan mukaan luokiteltuna

Yrityksen *tuotekehitysosasto* on traditionaalisesti keskittynyt uusien parempien tuotteiden kehittelyyn. Öljyn tarjontahuippuvaikutusten vuoksi tuotekehitys joutuu syventymään entistä enemmän kustannusten karsintaan ja tarjonnan sopeuttamiseen. Korvaavia tuote- ja pakkausmateriaaleja joudutaan miettimään öljypohjaisten raaka-aineiden, kuten muovin ja kemikaalien kallistuessa ja saatavuuden heiketessä. Tuotekehitysosaston pitää myös vakuuttaa

markkinointi muutosten tarpeellisuudesta, vaikka asiakkaat eivät ensi alkuun niitä hyväksykään. Kustannusten laskemiseksi joudutaan myös pohtimaan tuotannon käyttämän energian määrän ja työvoimapanoksen pienentämistä. Puutteiden ja laatuongelmien vuoksi tuotekehitys joutuu miettimään, miten tulevia tuotantokatkoksia ja -ongelmia pystytään minimoimaan.

Öljyn tarjontahuippu aiheuttaa muutoksia myös yritysten tarjontaan. Tuotannon ollessa globaalia tuotekehityksen tavoitteena on ollut laajoja massoja tyydyttävien ratkaisuiden kehittäminen. Kuljetusten kallistuessa tuotantorakenteen paikallisuus tulee lisääntymään, joten tuotekehityksessä voidaan aikaisempaa enemmän huomioida paikallisia mieltymyksiä. Toisaalta joudutaan huomioimaan myös entistä enemmän raaka-aineiden ja toimittajien paikallisuus. Paikallisuuden lisäksi tuotekehityksen pitää varautua talouden alamäkeen panostamalla nykyistä enemmän halvempien tuotteiden kehittämiseen ja pienempiin eräkokoihin.

Yritysten *ostotoiminta* on viimeisen vuosikymmenen aikana kehittynyt strategisempaan suuntaan. Kun aikaisemmin ostotoiminnassa keskityttiin kustannuksiin ja tuotannon jatkuvuuden varmistamiseen, niin modernissa hankintatoimessa painopiste on siirtynyt globaalien verkostojen hallintaan ja kilpailuedun luomisessa. Uudelleen fokusoinnin on mahdollistanut tarjonnan ja tietotekniikan kehittyminen, toiminnan ja toimitusten luotettavuus sekä globalisaatio ja kansainvälinen logistiikka. Öljyn tarjontahuippu heiluttaa siis koko hankintatoimen perustaa. Muutos tulee teettämään ostajille paljon työtä ja mahdollisesti jopa pakottaa vanhaan maailmaan.

Ensimmäiset ongelmat ostajille aiheutuvat nousevista kustannuksista. Ostajien tulee toimittajavalinnassa huomioida vaihtoehtoiset kuljetustavat ja öljyn hinnan nousun aiheuttamat lisämaksut. Lisäksi ostajien tulee yhdessä myyjän kanssa miettiä, miten kuljetuksia pystyttäisiin parhaiten optimoimaan. Tarjontahuippu nostaa myös energian, raaka-aineiden ja inflaation kautta muidenkin hankintojen hintaa, joten ostajien pitää aikaisempaa enemmän keskittyä kustannusten ennustamiseen. Inflaatioympäristössä on lisäksi hankala saada toimittajapuolta sitoutumaan pitkiin kiinteähintaisiin sopimuksiin, joten partneruuden hoito vaatii aikaisempaa enemmän.

Ostajienkaan kannalta kyse ei ole ainoastaan kustannuksista. Kuljetuskustannusten nousu parantaa paikallisen hankinnan suhteellista kannattavuutta eli globaalista hankinnasta siirrytään osittain takaisin paikallisempaan toimittajakantaan. Paikallisuus luonnollisesti



tarkoittaa toimittajamäärän kasvua ja hallinnan monimutkaistumista. Ongelmia aiheuttavat myös tarjonnan heikkeneminen ja puutteen lisääntyminen. Taloustilanteen heiketessä toimittajat joutuvat selviytyäkseen karsimaan tuote- ja palveluvalikoimaansa. Volyymien pienenemyssä keskitytään vain suosituimpiin nimikkeisiin, joten voi olla aikaisempaa vaikeampaa saada yksilöllistä ja räätälöityä tarjontaa. Konkurssialto yksipuolistaisi tarjontaa entisestään ja huonoimmassa tapauksessa tarvittavia nimikkeitä ei saisi ollenkaan. Ostajien pitää myös varautua puutteeseen ja toimitusongelmiin miettimällä, miten voidaan varmistaa etuosto-oikeus, mitä korvaavia ratkaisuja ongelmatilanteissa olisi ja miten tulevista toimitushäiriöistä saataisiin tietoa mahdollisimman nopeasti.

Tarjontahuipun mukanaan tuoma markkinoiden muutos pakottaakin yritysjohton miettimään, onko riskienhallinnan kannalta järkevää sisäistää uudelleen entistä useampi toiminto ja nimikkeen valmistus. Perinteinen vertikaalisesti integroitunut yritys ei kärsi samalla tavalla markkinasokkien vaikutuksesta kuin verkostotalouden toimivuudesta riippuvainen.

Itse *tuotannon* osalta öljyn tarjontaongelmat tarkoittavat pääasiassa energiatehokkuuden parantamista, tuotantorakenteen uudelleensuunnittelua ja joustavuuden lisäämistä. Öljyn hinnan nousu nostaa myös kaiken muun energian hintaa, joten yksiköiden tulee miettiä energiaratkaisujaan uusiksi. Säästötoimenpiteet pitää ymmärtää myös toimistopuolella esimerkiksi käyttämällä telekommunikaatiota työmatkojen minimointiin ja etätyömahdollisuuksien kehittämiseen. Yksiköiden tulee suunnitella lisäksi, miten öljyn tarjontahuippuun liittyvien energiakatkosten vaikutuksia voitaisiin minimoida (esim. omat generaattorit).

Energiatehokkuutta suurempi muutos on koko tuotantorakenteen uudelleensuunnittelu. Kuljetuksiin liittyvien kustannusten ja epävarmuuksien vuoksi ei ole kaikissa tuoteryhmissä enää järkevää tuottaa suurissa keskitetyissä tuotantoyksiköissä (esim. Kiinassa), joiden panokset ja/tai tuotokset kulkevat pitkiä matkoja. Tuotantorakenteen hajottaminen takaisin lähemmäksi loppuasiakkaita ei kuitenkaan tapahdu käden käänteessä. Pienempien yksiköiden kannattavuuden varmistaminen vaatii suunnittelua ja aluksi konkreettisesta tuotanto-osaamisestakin saattaa olla pulaa useiden maiden keskittytyä palvelupainotteiseen talousrakenteeseen. Yritykset saattavat joutua itse kouluttamaan uudet työntekijänsä. Sijaintiratkaisuiden osalta toimintoja kannattaa pyrkiä sijoittamaan vakaampiin ja vähäöljyriskisimpiin paikkoihin.

Tuotantoprosessien joustavuutta tulee myös kehittää kysynnän määrään ja valikoimaan liittyvien epävarmuuksien vuoksi. Tuotantoyksiköiden tulisi pystyä toimimaan vaikka tuotantomäärät laskisivatkin tai kysyntä kohdistuisi halvempiin tuotteisiin. Lisäksi öljyn tarjontahuipun väestöllisten ja sosiaalisten vaikutusten minimoimiseksi tuotantoyksiköiden tulee panostaa työntekijöidensä hyvinvointiin ja tilojensa turvallisuuteen.

Muiden funktioiden tapaan *kuljetuksista* vastaavat henkilöt joutuvat miettimään polttoaineiden kallistumisen aiheuttamien säästötoimenpiteiden lisäksi suurempia muutoksia. Nopeita säästöjä saadaan karsimalla turhia ajoja, käyttämällä reititys algoritmeja ja tukemalla taloudellista ajotapaa. Kaluston osalta kannattaa analysoida hybridien järkevyyttä. Suurista logistiikkayrityksistä muun muassa UPS, FedEx ja US Post ovat jo lisänneet hybridien autojen määrää ja raportoineet 40-60 % polttoainekustannussäästöjä. Diesel-riippuvuutta vähentää myös raide- ja intermodaalikuljetusten lisääminen. Kalustopäätöksissä kannattaa tietysti huomioida, että öljyn tarjontahuippu nostaa viiveellä muidenkin energialähteiden hintaa.

Keskipitkällä aikavälillä yritysten pitää varautua myös öljyn toimitusongelmiin ja puutteen yleistymiseen esimerkiksi rakentamalla omia polttoainevarastoja. Sopimusten toimitusikkunoiden löysentämistä joudutaan harkitsemaan epävarmuustekijöiden lisääntyessä. Mahdollinen myynnin vähentyminen laskee suoraan kuljetustarpeita, mikä tulee huomioida laivastoinvestoinneissa tai kuljetussopimuksissa. Sosiaalisten ongelmien lisääntyminen vuorostaan pakottaa parantamaan kuljetusten turvallisuutta saattueilla, autoja panssaroimalla ja jopa aseellisesti.

Kuljetushintojen kohoaminen pakottaa myös miettimään koko kuljetus- ja *varastointiverkoston* toimintatapoja ja rakenteita. Halvan öljyn aikana materiaalia toimitettiin tehtaille pienissä erissä tiheillä JIT-toimituksilla. Valmiita tuotteita vastaavasti säilytettiin suurissa keskitetyissä varastoissa. Toimintatapa oli järkevä kustannusten minimoituessa ja toimitusten ollessa varmoja. Öljyn tarjontahuippu kääntää tilanteen pääläelleen. Tiheät kuljetukset tulevat kalliiksi ja pitkät kuljetusmatkat ovat hintavuuden lisäksi riskialttiita. Tuotantolaitosten tulee siis jatkossa varautua entistä harvemmin tapahtuviin suuriin kerta-toimituksiin hitailla välineillä (esim. ei lentokoneella). Kuljetuskustannusten noustessa merkittävään osaan varastoinnin kustannusrakenteesta koko jakeluverkoston rakenne saattaa mennä uusiksi. Keskitetystä toiminnasta siirrytään takaisin entistä moniportaisempaan ja hajautetumpaan rakenteeseen. Kuljetusten tapaan myös varastojen osalta joudutaan



varautumaan puutteeseen ja epävarmuuteen esimerkiksi korkeammilla varastotasoilla ja varastojen turvallisuutta parantamalla.

*Jakelun* osalta tulee myös huomioida toimituspaikat. Kustannukset ja taloudellinen murros hankaloittavat kuluttajien matkan tekoa, joten yritysten myyntipisteiden tulee sijaita jatkossa lähellä loppukuluttajia. Lisäksi suunnittelussa tulee huomioida kierrätyksen kasvava rooli (esim. muovi).

Puhtaiden operaatiomuuttujien lisäksi yrityksen johdon tulee huomioida rahoitusnäkökanta, koska muutos vaatii *investointeja*. Tarjontahuipun nostaessa öljyn hintaa polttoainetta ei saa yrityksessä enää ajatella pelkkänä kuluna, vaan ennemminkin rahoitusinstrumenttina. Polttoaineeseen tulee käyttää samoja analyysejä ja menetelmiä kuin esimerkiksi korkoihin. Kiinteistä hinnoista, nousun kustannusten jakamisesta ja sopimuksista ilman polttoaine-eriä pitää tulla arkipäivää. Suojautumisvaihtoehtojakin kannattaa käyttää niin kauan kuin niiden markkinat toimivat. Pidemmällä aikavälillä tarkasteltuna yritysten kannattaa myös valmistautua ajoissa taloudellisesti hankaliin aikoihin parantamalla omavaraisuusastettaan ja pitämällä varojaan likvidissä muodossa. Kovina aikoina vahvemmassa taloudellisessa asemassa olevat yritykset pystyvät investoimaan kasvuun ja nostamaan markkinaosuuttaan.

Kuten edellisestä huomataan, yritysten operatiot on paljolti suunniteltu halvan ja luotettavasti saatavilla olevan öljyn toimintaympäristöön ja ne ovat näin haavoittuvaisia hinnan noustessa. Fundamentaalin muutos pakottaa yritykset etsimään säästökohteita ja analysoimaan rakenteellisten muutosten tarvetta. Raakaöljyn hinta- ja toimitusvarmuuskysymysten nopea vaikutus polttoaine- ja logistiikkakustannuksiin tulee olemaan koko toimitusketjumuutoksen ajuri. Globaalista verkostosta joudutaan palaamaan entistä alueellisempaan toimintalogiikkaan. Tuotanto pitää hajauttaa entistä lähemmäksi markkinoita, hankintatoimesta tulee jälleen paikallista, varastot ovat nykyistä alueellisempia ja kuluttajien tulee pystyä ostamaan tuotteet ilman pitkiä automattoja. Epävarmuuden lisääntyessä joudutaan jopa harkitsemaan uudelleen vertikaalista integroitumista ja turvallisuuteen panostamista.

## 5 Eri tahojen varautumissuosituksset

Edellisessä kappaleessa keskityttiin öljyn tarjontahuipun seurauksiin. Vaikutusten todettiin alkavan kustannusten nousukierteellä ja huonoimmassa tapauksessa jatkuvan aina yhteiskuntarakenteiden murtumiseen. Kappaleessa myös jäsennettiin odotettavissa olevia toimintaympäristövaikutuksia ja vaikutusten keskinäistä suhdetta. Lisäksi analysoitiin tarjontahuipun erilaisia vaikutuksia yrityksen kysyntään ja siihen, miten muutos vaikuttaa operaatioihin. Tehtyjen analyysien perusteella tarjontahuipulla voidaan todeta olevan laajat vaikutukset elämäntapaamme ja elinympäristöömme. Yrityksille muutos tarkoittaa epävarmemman kysynnän kanssa toimimista ja toimintojen sopeuttamista uudenaikaiseen kustannusrakenteeseen.

Lähestyvää muutosta ei voi kuitenkaan jäädä vain odottamaan. Yhteiskuntien, yksilöiden ja yritysten tulee miettiä, miten seurauksiin varaudutaan. Tässä kappaleessa tarkastellaan ensin öljyn tarjontahuipun vaikutuksiin varautumista yhteiskunnallisesta näkökulmasta ja annetaan tutkielman analyysieihin perustuvia yleisiä varautumissuosituksia. Tämän jälkeen tilannetta tarkastellaan samalla tavalla yksilöiden näkökulmasta. Näkökannat ovat luonnollisesti tärkeitä erityisesti poliittisille päättäjille ja kansalaisille, mutta myös yrityksille, jotta ne voivat paremmin arvioida liiketoimintamahdollisuuksia ja toimintaympäristörajoituksia. Kappaleen lopussa luodaan tutkielmassa tehtyjen analyysien ja luokittelujen pohjalta yleinen malli, jonka avulla yritykset pystyvät analysoimaan, miten öljyn tarjontahuippu tulee vaikuttamaan niiden myyntiin ja kustannuksiin. Analyysin pohjalta yritykset pystyvät paremmin hahmottamaan, mihin osa-alueisiin niiden tulisi erityisesti kiinnittää huomioita varautuessaan öljyn tarjontahuippuun.

### 5.1 Yhteiskunnalliset sopeutumisstrategiat

Öljyn tarjontahuipun vaikutukset koskettavat kaikkia maailman ihmisiä ja jokainen voi omalla käyttäytymisellään ja valinnoillaan vaikuttaa seurausten pienentämiseen. Poliittisten päätösten rooli on kuitenkin ensiarvoisen tärkeä, koska julkinen taho pystyy toimimaan yksilöä paremmin ennaltaehkäisevästi ja koska sillä on käytössään riittävät ohjauskeinot. Tilanne ei myöskään kosketa vain valtionpäämiehiä tai kansanedustajia, vaan myös paikallisen tason poliittisilla päätöksillä vaikutetaan siihen, miten öljyn tuotantomäärien laskusta selviydytään.



Taulukkoon 5-1 on luokiteltu keskeisiä yhteiskunnallisia huomiokohtia, joihin poliittisessa vastuussa olevien tulee kiinnittää huomiota. Energiatasapainoa parannetaan parhaiten vaikuttamalla aggressiivisesti sekä kysyntään että tarjontaan. Energiamarkkinoiden lisäksi poliitikkojen tulee pohtia sitä, miten kansalaisten ruokahuollon muutoksiin reagoidaan ja miten kaupunkisuunnittelulla vaikutetaan liikkumiseen. Lisäksi poliitikkojen tulee jo etukäteen varautua reagoimaan toimintaympäristön muutoksen ja heikkenevään taloustilanteeseen.

**Taulukko 5-1** Yleisiä ohjeita hallinnosta vastaaville

| <b>Energian kysyntä</b>  | <b>Maatalous ja väestö</b>   |
|--|--|
| Kannusta / ohjaa energiansäästöä<br>Tehosta liikenteen energiakulutusta<br>Sähköistä liikennettä (esim. raiteet) | Huomioi ruokatalouden paikallisuus<br>Ruoka on biopolttoaineita tärkeämpää<br>Hallitse väestönkasvua |
| <b>Energian tarjonta</b>   | <b>Kaupunkisuunnittelu</b>   |
| Investoi muihin energialähteisiin<br>Tue uusien energialähteiden kehitystä                                       | Energia osaksi infrasuunnittelua<br>Keskitä asumista   |
| <b>Politiikka</b>  |  |
| Huomioi yksityisen ja julkisen edun ero<br>Hallitse kansainvälisiä jännitteitä                                   | Valmistaudu talouden ongelmiin<br>Varaudu sosiaalisiin ongelmiin                                     |

*Energian kysynnän* osalta julkisilla tahoilla on käytössään valistuksesta lisäksi useita eri tapoja ohjata energian kulutusta. Esimerkiksi asunnon lämmitysmenetelmän vähäöljyisempään vaihtavalle voidaan tarjota suoraa taloudellista tukea, kuten Suomessa on tehty. Tai uudelle vähäpäästöisemmälle autolle voidaan asettaa pienempi autovero, joka toimii kannustimena valita yhteiskunnan kannalta suositeltavampi auto. Vastaavasti polttoaineverojen korottamisella voidaan nostaa autoilun hintaa ja käänteisen kannusteen kautta vähentää ajettuja kilometrejä. Julkinen taho voi jopa asettaa tiukkoja määräyksiä, mitä energiamenetelmiä asuntojen lämmittämiseen saa käyttää tai minkä rekisterinumerot omaavat autot saavat ajaa minäkin päivänä. Öljyhuipun lähestyessä julkisen tahon tulee edistää kansalaisten siirtymistä pois öljyn käytöstä mahdollisimman paljon. Liikenteen ollessa suurin öljyn käyttökohde säästötoimenpiteet on hyvä aloittaa juuri suosimalla polttoainetehokkaita ja hybridiautoja, vähentämällä turhia ajoja ja edistämällä julkisia sekä muita energiamuotoja käyttäviä kulkuvälineitä.

*Energian tarjonnan* osalta yhteiskunnan tulisi edistää sekä nykyisten energialähteiden käyttöä että uusien kehittämistä. Tarjontaa kehitetään nopeimmin lisäämällä kaikkien nykyisten energialähteiden tuotantokapasiteettia. Käytännössä tämä tarkoittaisi muun muassa öljynporauskieltojen uudelleen harkitsemista, kivihiilen polttamista ja lisäinvestointeja

ydinvoimaan. Luonnollisesti nyky menetelmien kehittelyä pitää jatkaa kuten esimerkiksi hiilen puhtaampien polttopöytäjen edistämistä.

Julkisen puolen pitää myös taloudellisella tukijärjestelmällä ja verohelpotuksilla tukea uusien vaihtoehtojen kehittelyä ja ohjata yritykset investoimaan etuajassa energiamuotojen tutkimus- ja kehitystoimintaan. Nanoteknologian soveltaminen parempien akkujen kehitystyössä, hiilen nesteyttäminen, aurinkokennot ja uuden sukupolven biopolttolaiteratkaisut voivat auttaa energiakriisin iskiessä. Ongelman laajuuden huomioiden tukia jaettaessa kannattaa kuitenkin erityisesti painottaa EROEI-arvoja ja ratkaisujen skaalautuvutta.

Poliitikkojen tulee kuitenkin ymmärtää, ettei tarjonnan edistäminen automaattisesti ratkaise ongelmaa vaan paljon riippuu ajoituksesta. Hirsch ynnä muut julkaisi vuonna 2005 klassikoksi nousseen raportin ”Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation and Risk Management”, jossa pyrittiin laskemaan sitä, miten hyvin jo tarjolla olevien nestemäisten energialähteiden kehittäminen pystyisi täyttämään kysynnän ja tarjonnan välisen vajeen (esim. kuvassa 4-2). Tarjolla oleviksi energialähteiksi Hirsch ynnä muut määrittivät kehittyvän öljynpumpustausteknologian, kaasusta ja hiilestä tehdyt polttonesteet, raskaan öljyn ja öljyhiekkan sekä autojen polttoainetehokkuuden parantamisen. Tutkimuksen tulos oli, että vaikka käytetään hieman optimistia arvioita, kehitystyöt pitäisi kiirehtiessäkään aloittaa 20 vuotta ennen öljyhuippua, jotta kysynnän ja tarjonnan ero saataisiin katettua. Ainakin nestemäisen energian kannalta tarjontaan panostaminen ei ratkaisevasti auta, ellei sitä tehdä reilusti ennen öljyn tarjontahuippua. Nyt todennäköisesti ollaan jo pahasti myöhässä.

Öljyn niukkuuden vuoksi myös *maatalouden* ja ruokahuollon merkitys korostuu. Kun samaan aikaan alueiden tulee olla aikaisempaa omavaraisempia ja maatalouden tuottavuus laskee, niin ei ole poissuljettu idea, että kaikki lähellä olevat vapaat maat tulee kaavoittaa ruokatuotantoon. Poliitikkojen pitää myös priorisoida ruokatuotannon kehittämistä biopolttolaitetuotannon kustannuksella, vaikka lyhyellä aikajänteellä sillä ei kerätä kansalaisten sympatioita. Jos tilanne kehittyy ikävään suuntaan ja ruokahuollon kantokyky laskee liikaa, poliitikot voivat joutua jopa rajoittamaan *väestönkasvua* asettamalla lapsikiintiöitä ja priorisoimalla terveydenhuollossa.

Paikallispoliitikkojen päätökset vaikuttavat vahvasti *kaupunkisuunnitteluun*. Öljyn ja energian kallistuessakin kaikessa infrastruktuurisuunnittelussa tulisi huomioida jo nyt tulevaisuuden energiakustannukset. Kaupunkien ”rönsyilyä” tulee välttää, koska esimerkiksi polttoaineiden hintojen noustessa kaukana/sivussa olevilta alueilta ei lähdetä tuottamaan työhön, asukkaiden



asuntovarallisuuden arvo putoaa ja syrjäytymiskehitys nopeutuu. Kaikilla näillä tekijöillä on yhteiskunnan kannalta negatiivinen vaikutus. Liikkumisen edistämiseksi kaupunkien tulisi investoida raideliikenteeseen ja ohjata ihmiset kannusteilla asumaan raideverkoston varrella. Alueiden sisäisessä suunnittelussa tulisi nykyistä enemmän korostaa juuri juna- ja raideliikenteen mahdollisuuksia, julkisten kulkuvälineiden roolia sekä pyörä- ja kävelyteitä.

Konkreettisten päätösten lisäksi öljyn tarjontahuippu pakottaa poliitikot tekemään *poliittisia* linjavetoja ja valmistelevia toimenpiteitä. Yksi yleisimmistä ongelma-alueista tulee olemaan kasvavat jännitteet yksityisen ja julkisen edun välillä. Yksilö saattaa haluta tehdä jotain, mikä ei tue kollektiivista hyvää nyt tai pitkällä tähtäimellä. Ennen tarjontahuipun näkyviä seurauksia on vaikea saada ihmiset muuttamaan käyttäytymistään ja tekemään uhrauksia. Esimerkiksi ilmastonmuutoksesta puhuvat ovat pitkään yrittäneet saada ihmiset muuttamaan tapojaan yhteisen edun vuoksi ilman kovinkaan näkyviä tuloksia. Jännitteet saattavat syntyä myös taloudellisista intresseistä. Lohjan Ideaparkin tapauksessa rakennuttajat haluavat rakentaa autoiluun perustuvan ostosparatiisin ja saada omat investointinsa takaisin hyvällä voitolla parissa vuodessa. Ideoijia ei juuri kiinnosta, onko koko ostoskeskuksen toimintalogiikka tai sijainti yhteiskunnallisesti järkevää 15-20 vuoden aikasäteellä. Poliitikkojen työ taas on ajaa julkista hyvää kovillakin menetelmillä, vaikka se olisi hankalaa. Jännitteiden määrän voidaan olettaa jatkossa vain kasvavan, kun tarjontahuipun seurauksia yritetään ratkoa. Esimerkiksi polttoaineiden ja ruoan ostopöydykset, asuinpaikkojen määrääminen ja eläkkeiden leikkaukset ovat mahdollisia yksityisen ja julkisen edun konfliktikohtia. Poliitikot voivat pyrkiä ajamaan solidaarista etua erilaisilla vetoomuksilla ja kannusteilla, mutta heidän pitää myös olla valmiita käyttämään tarvittaessa valtaansa.

Jännitteiden lisäksi poliitikot joutuvat varautumaan toimintaympäristömuutoksiin. Valtatasa-painokonfliktit tarkoittavat poliitikoille neuvottelupöydissä istumista ja jatkuvasti muuttuvien allianssien hallintaa. Jos ajatellaan globaalia optimia, niin poliitikkojen pitää pyrkiä vähentämään öljynkulutusta ja edistää jäljellä olevien resurssien oikeudenmukaista jakamista. Vastaavasti paikallisesta näkökulmasta katsottaessa ”kotiinpäin vetäminen” on täysin rationaalista. Näistä intressiristiriidoista johtuen edes taloudellisen ja humanitaarisen kriisin lähestyessä asevoimista luopumista ei voida harkita. Varautuminen pahimpaan on jopa suositeltavampi lähestymistapa.

Taloudellisiin ja sosiaalisiin seurauksiin varautuminen ei sekään ole aivan yksiselitteistä tai mukavaa. Finanssi- ja rahapolitiikalla tulisi tukea taloudellista kasvua ja alhaista inflaatiota,

mutta julkisen talouden resurssit eivät yksinkertaisesti yksin riitä pitämään maailmantaloutta pystyssä jos/kun markkinat diskonttaavat kroonisen öljypuutteen täysimääräisenä hintoihin. Mahdolliseen massatyöttömyyteen parhaita varautumistapoja olisivat taas kansalaisten kannalta ei-toivottavat valtion velan vähentäminen, verojen tarkistaminen ja tukitasojen laskeminen. Talouden rakenteelliseen muutokseen varautuminen voi tietysti pitää sisällään myös Kuuban esimerkin mukaan maatalouskoulutuksen lisäämistä.

Sosiaalisiin seurauksiin varautuminen tarkoittaa poliitikoille varsin monen tyyppisiä ratkaisuja. Suotuisasti tilannetta katsoen kyseessä on esimerkiksi ruoka-apuverkoston suunnittelu ja rakentaminen. Epäedullisesta perspektiivistä katsottaessa kyse on taas ennemminkin julkisen tahon käytössä olevan voimakoneiston ja keinovalikoiman kasvattamisesta. Levottomuuksia, mellakoita ja massumuuttoja varten on oltava tarpeeksi henkilökuntaa, aseita ja säilytystiloja. Esimerkiksi Yhdysvaltain hallitus antoi Halliburtonille vuonna 2006 385 miljoonaa dollaria ”tulvana saapuvien siirtolaisten tilapäisten vastaanotto-keskusten” rakentamiseen. Päätöksen taustalla oli tietysti skenaario, jossa Meksikosta lähtevät suuret ihmismassat liikkeelle nälän ja talousromahduksen seurauksena (Scott, 2006).

Kaikkien edellä esitettyjen varautumissuosittelujen tapauksessa pitää luonnollisesti huomioida ajoituskysymykset. Öljyn tarjontahuipun seurausten eri vaiheessa voi ja pitää tehdä eri asioita. Esimerkiksi autokannan uusimiseen tähtäävillä verohelpotuksilla ei ole enää merkittävää vaikutusta talouslaman aikana, kun kansalaisilla ei ole varaa vaihtaa uuteen autoon. Jokaisen päätöksen osalta poliitikot joutuvat huolehtimaan toimenpiteen välittömästä ja ajan mukana tapahtuvasta vaikutuksesta. Huomionarvoista kuitenkin on, että kaikkien suositusten osalta varautuminen pitäisi aloittaa heti. Tilanteen heikentyessä ohjauskeinot vain muuttavat muotoaan. Päättäjien tulee myös muistaa, että keinojen tulee tukea toisiaan. Kauniit puheet eivät paljon auta, jos lait, verotusrakenne, taloudelliset tuet, liike-elämän investoinnit ja kulutuskäyttäytymisen muutos eivät seuraa nopeasti mukana.

## **5.2 Yksilötason sopeutumisstrategiat**

Tavallisille kansalaisille öljyhuippu tarkoittaa uudenlaista arkea. Alkuvaiheessa öljynhinnan nousu laskee käytettävissä olevia tuloja ja vähentää kulutusta. Jos ratkaisukeinoja ei löydetä, niin tilanteen kehittyessä huonompaan suuntaan puute ja talousongelmien seuraukset tulevat tutuiksi. Kehityksen suunta ei varmasti kiehdo ketään ja nykyisistä olosuhteista luopuminen tulee olemaan vaikeaa. Kyse ei kuitenkaan ole sisäisestä valinnasta, vaan ulkoisesta pakosta,



joten tavallisten kansalaistenkin kannattaa alkaa miettiä, miten parhaiten voi varautua Peak Oil -skenaarioihin.

Tarjontahuippuun liittyvät sopeutumisohjeet muistuttavat itse asiassa paljolti kestävän kehityksen elämänohjeita: säästä energiaa ja vähennä kulutusta. Kestävän kehityksen tapauksessa suosituksiin on kuitenkin liittynyt vahva ympäristö- ja arvolataus, tarjontahuipun tapauksessa samoihin ohjeisiin sisältyy pragmaattinen kuluttajan oman parhaan ajattelu.

Taulukkoon 5-2 on luokiteltu keskeisiä yksilön selviytymisohjeita. Luokista neljä ensimmäistä, liikenne, kulutus, asuminen ja ruoka, ovat kaikki keskeisiä öljyn käyttökohteita, joihin tarjontahuippu iskee nopeasti. Viidentenä luokitteluryhmänä on käytetty talouteen liittyviä suosituksia tarjontahuipun vaikutusten mahdollisesti laajetessa voimakkaasti yleiseen talouteen.

**Taulukko 5-2** Yleisiä yksilötason selviytymisohjeita

| Liikkuminen ja sijainti   | Kulutus   |
|---|---|
| Käytä energiatehokkaita kulkuvälineitä<br>Lennä, kun se vielä on mahdollista<br>Telekommunikoi<br>Asu lähellä sukulaisia ja ystäviä<br>Asu lähellä työpaikkaa / tee etätöitä<br>Asu lähellä julkista- ja raideliikennettä | Vähemmän kulutusta<br>Hyväksy alhaisempi elintaso<br>Totuttele paikalliseen tarjontaan<br>Opi jakamaan<br>Kierrätä<br>Suosi energiatehokkaita laitteita |
| Asuminen  | Ruoka ja terveys  |
| Investoi energiatehokkuuteen<br>Käytä tuulta, aurinkoa, maalämpöä<br>Tiivistä asunnot<br>Istuta puita varjoksi<br>Tyydy pienempään kotiin   | Suosi paikallista ruokaa<br>Suosi kasvisruokaa<br>Hyväksy geenimuunneltu ruoka<br>Opettele viljelemään<br>Pidä itsesi hyvässä kunnossa                  |
| Talous  |   |
| Tee itsestäsi taloudellisesti riippumaton, älä ota velkaa<br>Varaudu työttömyyteen sekä tukien ja eläkkeiden leikkaamiseen  |   |

Öljyn ja polttoaineiden hinnat tulevat nousemaan entisestään kysynnän ylittäessä tarjonnan, mikä tulee huomioida *liikkumis- ja sijaintipäätöksissä*. Hankintojen tullessa ajankohtaisiksi kuluttajien kannattaa kiinnittää huomiota kulkuvälineiden energiatehokkuuteen. Hybridiautot ja polkupyörät esimerkiksi kuluttavat isoja autoja vähemmän polttoainetta, joten niiden käyttökulut ovat pitkällä tähtäimellä halvemmat. Maailmalle kaipaavien kannattaa myös lennellä Euroopan ulkopuolelle nyt ennen kuin lippujen hinnan nousevat taivasiin.

Puhtaiden kulkuvälineiden lisäksi tavallisen kuluttajan kannattaa miettiä sijaintiratkaisujaan. Liikkumisen kallistuessa on järkevää valita asuinpaikka niin, että matkat sukulaisten ja

ystävien luokse, kuten myös töihin ja kauppoihin minimoituvat. Huomiota tulee kiinnittää myös julkisten liikennevälineiden ja raideliikenteen tarjontaan. Liikkumista voi myös minimoida tekemällä aikaisempaa enemmän töitä kotoaan ja käyttämällä kehittyneitä telekommunikaatioratkaisuja.

*Kulutuksen* osalta tarjontahuippu ei tarjoa monelle positiivisia asioita. Tuottamisen kustannukset nousevat ja kuluttajien käytettävissä olevat varat laskevat, joten kulutuksen määrää pitää laskea ja hankinnat painottuvat aikaisempaa halvempiin tuotteisiin. Tarjontahuippu pakottaa kuluttajat hyväksymään aikaisempaa alhaisemman elintason. Jos tarjontahuipun seurauksia ei onnistuta ratkaisemaan, luksustuotteet ja huvittelu tulevat monelle olemaan taakse jäänyttä aikaa. Logistiikkakustannusten nousun seurauksena kauppojen tarjonta tulee olemaan myös nykyistä paikallisempaa, eikä kuluttajilla ole muuta vaihtoehtoa kuin totutella.

Kulutuskäyttäytymisen osalta öljyn tarjontahuippu voi opettaa ihmiset jakamaan aikaisempaa enemmän. Jokaisessa autotallissa ei esimerkiksi tarvitse olla uutta ruohonleikkuria. Kierrätyksen merkitys tulee varmasti nousemaan taloudellisen tilanteen heiketessä ja yritysten maksaessa raaka-aineeksi sopivista nimikkeistä korvauksen (esim. muovi). Kertakulutussyhteiskuntaan ei todennäköisesti enää ole paluuta. Tuotevalinnoissa tuotteiden energiankulutuksen kannattaa jatkossa kiinnittää entistä enemmän huomiota energian hintojen noustessa.

Tuotevalintojen lisäksi energiahinnat näkyvät *asumiseen* liittyvissä selviytymisohjeissa. Rakentajien kannattaa kiinnittää huomioita energiatehokkuuteen ja laskea vaihtoehtojen elinkaarikustannuksia. Uusiutuvia energiavaihtoehtoja kannattaa käyttää vaikka vain osittaisena energianlähteenä, jos mahdollista. Myös ikkunat kannattaa tiivistää, ettei lämpö pääse talvella ulos. Koneellisen ilmastoinnin tarvetta voi myös vähentää estämällä auringonvalon suoran paistamisen sisälle esimerkiksi puita istuttamalla. Radikaalimpi, arvoihin liittyvä, muutos on sopeutua asumaan, aikaisempaa pienemmässä asunnossa, jonka energiakustannukset jäävät pienemmäksi. Tarpeettoman isot asunnot edustavat halvan öljyn ja energian aikakautta, joka ei tule takaisin.

Öljyn niukkuus ja hintakehitys näkyvät nopeasti myös kuluttajien ruokapöydässä. *Ruoan* osalta kuluttajat joutuvat sopeutumaan aikaisempaa paikallisempaan, kalliimpaan ja yksipuolisempaan ruokaan. Viljelytehokkuuden putoaminen myös nostaa voimakkaasti lihan hintaa, joten kuluttajat joutuvat totuttelemaan kasvipohjaiseen ruokavalioon. Tuholais-



myrkkyjen kallistuessa viljelijät saattavat myös suosia aikaisempaa enemmän geenimuunneltua ravintoa, joka kestää paremmin tuholaisia ja rikkakasveja. Radikaaleihin skenaarioihin öljyn tarjontahuipun seurauksista uskovat myös suosittelevat opettelemaan itse viljelemään osa ruoasta parvekkeella tai kasvimaalla. Yksilöiden kannattaa myös pitää omasta terveydentilastaan aikaisempaa parempaa huolta, koska öljyn puute nostanee lääkkeiden hintaa.

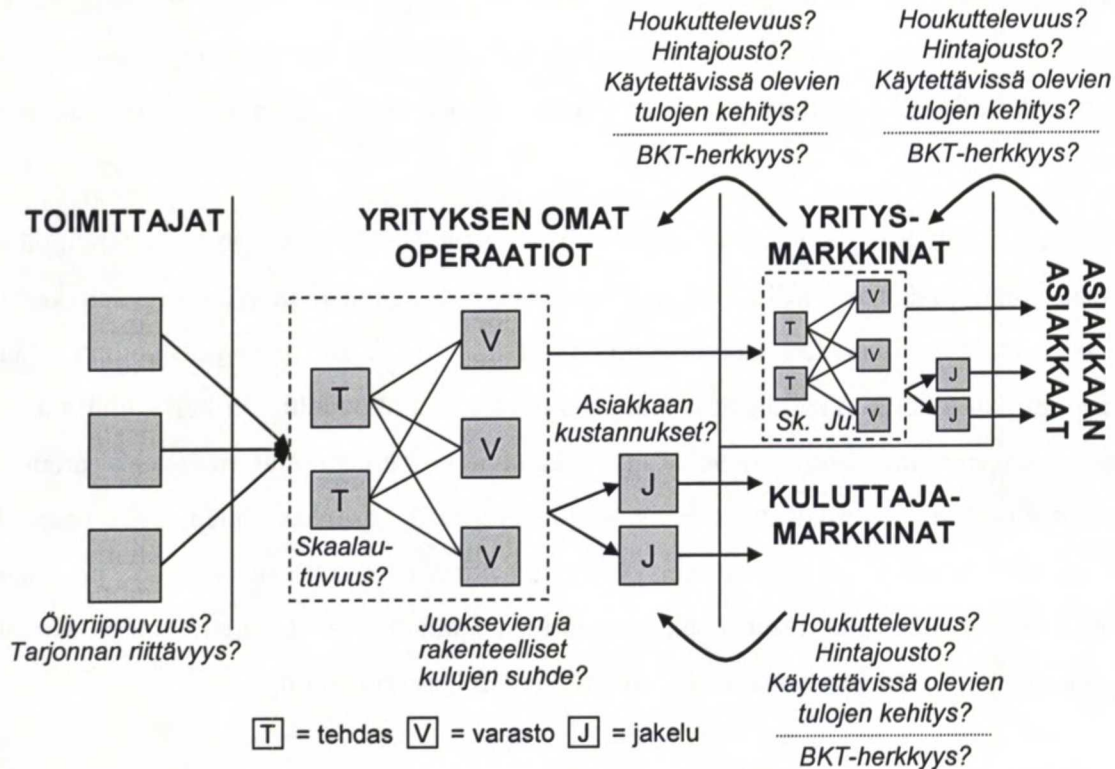
Yksilöiden kannattaa myös varautua laajempiin *talousvaikutuksiin*. Öljyn tarjontahuippu tuo todennäköisesti mukanaan inflaation, talouskasvun hidastumisen ja työttömyyden kasvun. Stagnaatio ja varallisuuden romahtaminen eivät myöskään ole poisluettuja, kuten aikaisemmin on todettu. Yksilöiden kannattaa siis varautua taloudellisesti heikkoihin vuosiin. Taloudellinen riippumattomuus ja velattomuus auttavat kestäämään rajut muutokset paremmin. Kansalaisten kannattaa myös taloudellisesti ja henkisesti varautua siihen, ettei valtioiden kassa kestä taloudellista pysähtyneisyyden aiheuttamaa menojen kasvua ja tulojen romahtamista. Talousvaikutusten lisäksi yksilöiden kannattaa pohtia hetki, miten varautua heikon taloudellisen tilanteen mukanaan tuomiin sosiaalisiin ongelmiin.

### **5.3 Yritysten sopeutumisstrategiat**

Tässä tutkielmassa on analysoitu laajalla näkökulmalla öljyn tarjontahuippua ja sen seurauksia. Tilannetta on katsottu myös yritysten kannalta ja arvioitu toimintaympäristössä odotettavissa olevia muutoksia, kysyntään vaikuttavia tekijöitä sekä sitä, mitä muutos tarkoittaa operaatioiden johtamiselle. Analyysin perusteella on selvää, että yritysten on pakko aloittaa valmistautuminen murroskauteen pikimmiten. Myyntiennusteissa, investointipäätöksissä ja tuotekehittelyssä tulee huomioida kuluttajien käytettävissä olevien tulojen väheneminen ja yleinen taloustilanteen heikkeneminen. Polttoaineiden ja muiden kustannusten nousun vuoksi yritysten tulee tehostaa toimintaansa, kehittää toimintatapojaan ja tehdä rakenteellisia muutoksia. Kustannusjähdin lisäksi pitää varautua öljyhuipun mukanaan tuomiin kuljetushäiriöihin, saatavuusongelmiin, energiakatkoksiin ja uudenlaiseen turvallisuustilanteeseen.

Yritysten sopeutumisprosessin suunnittelua helpottamaan on tässä tutkielmassa luotu tutkimuksen keskeisiin löydöksiin perustuva kvalitatiivinen malli, jonka avulla yritykset pystyvät paremmin hahmottamaan, mihin osa-alueisiin niiden tulisi erityisesti kiinnittää huomiota varautuessaan öljyn tarjontahuippuun (kuva 5-1). Toimiala- ja yrityserojen vuoksi

malli on yleinen ja yritykset joutuvat itse analysoimaan toimittajiaan, kustannusrakenteitaan ja asiakkaitaan tehdessään toimintojen sopeuttamispäätöksiä.



**Kuva 5-1** Öljyhuipun vaikutusten analysointimalli yrityksille

Yleispiirteiltään mallin rakentamisessa on huomioitu neljä tutkimuksessa esille nousutta havaintoa:

- *Kysyntä ja operaatiot pitää analysoida erikseen.* Reaalimaailmassa myynnin ja kustannusten välillä on luonnollisesti yhteys, mutta kun tehdään strategista suunnittelua epäjatkuvuuskohdassa, tilannetta kannattaa analysoida ensin puhtaalta pöydältä. Arvioitaessa kvalitatiivisesti myynnin yleistä kehitystä operaatioiden rooli voidaan ajatella tukevaksi.
- *Kysynnässä tulee erottaa "kustannus"-vaiheen ja "stagnaatio"-vaiheen kysyntä.* Muutokset tuotteiden kysynnässä eivät ole lineaarisia taloustilanteen heikentyessä. Käytettävissä olevat tulot saattavat pudota alkuvaiheessa vain vähän, kun taas työttömyyden seurauksena ne saattavat jopa romahtaa.
- *Kysynnässä pitää huomioida myös asiakkaan asiakkaat.* Muutos vaikuttaa eri tavalla eri yritysten kysyntään, joten yritysmarkkinoilla toimivien tulee arvioida nykyistä huomattavasti enemmän, mitä öljyn tarjontahuippu tarkoittaa raaka-ainetoimittajille ja asiakasyritysten liiketoiminnalle. Esimerkiksi jos komponenttitoimittajan prosessi on öljyriippuvainen, niin toimitusongelmat saattavat yleistyä tai jos asiakasyrityksen markkinoiden tulevaisuus näyttää huonolta, niin heidän ostohalunsa, kannattavuutensa ja maksuvalmiutensa saattavat kärsiä.
- *Operaatioiden osalta analyysiin pitää sisällyttää vaikutukset raaka-aineisiin, tuotantoon, logistiikan organisointiin ja jakelutoimintoihin.* Analyysin perusteella operaatioista huomio kannattaa erityisesti kiinnittää toimintoihin joihin öljyn



tarjontahuippu voimakkaasti vaikuttaa. Omien toimintojen ohella kannattaa yritysmarkkinoilla arvioida vaikutukset asiakasyrityksiin, koska esimerkiksi asiakkaan siirtymisellä hajautetumpaan tuotanto- ja logistiikkarakenteeseen on suora vaikutus omaan organisointiin.

Sopeutumisstrategioiden analysointi kannattaa aloittaa *kysynnän* analysoinnista. Yrityksen tuotteiden potentiaaliseen kysyntään vaikuttaa öljyhuipun jälkeisessä maailmassa pelkistettynä kolme eri muuttujaa: tuotteen houkuttelevuus, tuotteen hintajousto sekä kuluttajien käytettävissä olevien tulojen kehityksen vaikutus. Tuotteen houkuttelevuudella tarkoitetaan nimikkeen tarvetta. Esimerkiksi kaikilla energiatehokkuutta parantavilla, energiasäästöjä edistäväillä ja kustannuksia laskevilla tuotteilla ja palveluilla on luontaista kysyntää hyödyllisyytensä vuoksi uudessa toimintaympäristössä. Tuotetta voi kutsua houkuttelevaksi myös, jos se on elinkaari- tai kokonaiskustannuksiltaan edullinen (esim. kestävyys tai lähijakelun vuoksi), asiakkaalle äärettömän tärkeä (esim. ruoka) tai jostain syystä asiakkaiden mielestä muodikas (kts. kappale 4.2.1).

Kysyntään vaikuttaa myös hintajousto. Öljyhuippu nostaa kustannuksia, ja jos yritys haluaa pitää kiinni entisistä katteistaan, se joutuu nostamaan hintaa. Tuotteiden välillä on kuitenkin eroja siinä, miten paljon niiden kysyntä kärsii hinnannostosta. Esimerkiksi hinnannoston vaikutus voi olla vähäinen, jos tuotteen hinta-laatusuhdetta pidetään edelleen hyvänä, tuotteen kustannus on vähäinen asiakkaan kokonaiskulutuksessa tai se on asiakkaalle tärkeä, eikä korvikkeita ole.

Käytettävissä olevat tulot vaikuttavat myös kysyntään. Öljyhuipun nostaessa kaikkia kustannuksia ja veroja sekä laskiessa varallisuuden arvoja kuluttajat joutuvat karsimaan kulutustaan. Varsinkin ei-kriittisten nimikkeiden kysyntä kärsii heti muutoksesta. Esimerkiksi jo aikaisemmin mainitut huvitus- ja hyvinvointipalvelut sekä viihde-elektroniikkamarkkinat todennäköisesti kärsivät öljyhuipusta. Yrityksen kannattaa kuitenkin analysoida oma asiakassegmenttinsä johtopäätöksiä tehdessään. Esimerkiksi koirantrimmauspalvelun kysyntä laskee todennäköisesti vähemmän jos kohdeasiakkaana ovat varakkaat koiranomistajat, kuin jos palvelu on tarkoitettu keskiluokalle.

Ennustaessaan öljyn tarjontahuipun potentiaalista kysyntävaikutusta yrityksen tulee arvioida, miten murros vaikuttaa sen tavoittelemien segmenttien kuluttajakäyttäytymiseen. Kuten edellä mainittiin, erityisen tärkeää on myös ymmärtää, että murroksen poikkeuksellisuuden takia pelkkä omien markkinoiden analysointi ei riitä. Yritysmarkkinoilla toimivien pitää myös pohtia asiakkaidensa kysyntäedellytyksiä uudessa tilanteessa. Esimerkiksi yrityksen tuote voi

olla vaikka kuinka houkutteleva, mutta kysynnän potentiaalia laskee, jos asiakasyrityksinä on ainoastaan kasinoita, joiden omat markkinanäkymät ovat lentokustannuksien ja laskeneiden käytettävissä olevien tulojen takia heikot.

Yrityksen tulee myös etukäteen arvioida, miten kysyntäpotentiaali muuttuu, kun öljyhuipun vaikutukset laajenevat kustannusvaiheesta stagnaatiovaiheeseen. Mallissa BKT-herkkyydeksi nimetyn muuttujan kohdassa yritys joutuu pohtimaan miten voimakkaasti kysyntä reagoi, kun talouskasvu pysähtyy, työttömyys lisääntyy ja kuluttajien tulot putoavat selkeästi. Halpojen tuotteiden ja huoltopalveluiden kysyntä saattaa nousta käytettävissä olevien tulojen vähetessä ja vastaavasti ylellisyystuotteiden segmentti pienentyä entisestään.

Jos analyysi osoittaa öljyhuipun vaikuttavan liian negatiivisesti yrityksen myyntiin, varautumisohjeina luonnollisesti ovat aloittaa uudenlaisten tuotteiden kehitys, kustannusten karsinta ja uusien asiakkaiden etsintä. Toiminnan skaalan laskeminen ja osittain alasajo ovat myös harkittavia vaihtoehtoja.

Kysynnän lisäksi yritysten pitää arvioida, miten öljyhuipun seuraukset vaikuttavat omiin ja asiakkaiden operaatioihin. *Raaka-aineiden, alihankkijoiden, toimittajien* osalta on tärkeä ymmärtää, miten öljyriippuvaisia ne ovat. Riippuvuus on korkea esimerkiksi kun materiaalien, komponenttien tai palveluiden hinnat nousevat nopeasti öljyn tarjonnan heikentyessä. Nopea hinnan nousu johtuu yleisimmin raaka-aineessa tai valmistusprosessissa käytetystä öljystä. Riippuvuus on korkeaa myös, jos toimitusvarmuus voi heikentyä keskimääräistä enemmän. Toimitusvarmuuden heikentyminen vuorostaan voi johtua tiettyyn toimittajaan liittyvistä kuljetus-, kapasiteetti- ja talousongelmista tai tiettyyn materiaaliin liittyvästä yleisestä puutteesta. Pidemmällä tähtäimellä tulee arvioida riskiä toimittajan tarjonnan yksipuolistumisesta taloustilanteen heikkenemisestä johtuen.

Korkean öljyriippuvuuden tapauksessa yrityksen keinovalikoima pitää sisällään muun muassa toimittajan vaihtamisen, suurempien varmuusvarastojen pitämisen ja vertikaalisen integraation lisäämisen. Lisäksi yritys voi tuotekehityspanostuksilla yrittää pienentää öljy- ja toimitusriskipitoisten materiaalien osuutta lopputuotteessa. Nousevia kustannuksia vastaan yritys voi taistella myös yhteisillä kustannusten karsintaa ja vaihtoehtoisten energiamuotojen käyttöä edistävillä projekteilla.

*Tuotannon* osalta keskeinen varautumiseen liittyvä muuttuja on tuotannon skaalautuvuus. Erittäin riskipitoisia ovat yksiköt, joiden kannattavuus romahtaa käyttöasteen pienen laskun seurauksena. Yritysten pitää varautua sekä kysynnän vähentymiseen että tuotevalikoiman



muutoksiin kehittämällä tuotantoaan nykyistä joustavammaksi. Yritysten pitää analysoida myös asiakkaidensa joustovaraa, koska se vaikuttaa suoraan yrityksen omaan kysyntään. Kerrannaisvaikutuksen ymmärtäminen on itse asiassa yksi tärkeimmistä varautumiseen liittyvistä kohdista. Jos esimerkiksi asiakasyrityksellä ei ole toiminnassaan paljon joustovaraa, niin pieni kysynnän lasku riittää kääntämään toiminnan tappiolliseksi. Tappiollinen liiketoiminta lopetetaan melko nopeasti, minkä seurauksena tilauksetkin loppuvat. Tämä vuorostaan saattaa laskea myyvän yrityksen toiminnan käyttöastetta niin paljon, että sen toiminnasta tulee tappiollista. Huonoimmassa tapauksessa koko ketju kaatuu domino-palikoiden tavoin. Äärimmilleen viety tehokkuus ja hintakilpailu on karsinut yrityksistä joustovaran pois ja kysynnän laskiessa toiminta ei ilman etukäteen varautumista skaalaudu alaspäin. Skaalan lisäksi tuotantoyksiköissä kannattaa luonnollisesti miettiä, miten energia-tehokkuutta parannetaan ja miten energiakatkoksista voidaan selviytyä.

Kuljetuksiin liittyvien kustannusten ja riskien kasvun myötä yritysten pitää vakavasti myös miettiä uudelleen *logistista verkostorakennettaan*. Halvan ja luotettavasti saatavilla olevan öljyn aikana monen yrityksen toiminta on globaalia ja tuotanto- ja varastotoiminta on varsin keskitettyä. Öljyn tarjontahuipun jälkeisessä maailmassa tilanne saattaa olla juuri päinvastainen. Varautuakseen muuttuvaan ympäristöön yritysten pitää laskea, miten sen logistiikkaan liittyvät kustannukset ovat jakautuneet juoksevien ja rakenteellisten erien kesken. Eli onko alueellisempi tuotantorakenne ja hajautetumpi varastointirakenne nykyistä kustannustehokkaampi korkeampien kuljetuskustannusten ympäristössä. Optimaalinen strategia riippuu paljolti yrityskohtaisesta asiakas- ja kustannusrakenteesta. Paremmiin varautuakseen yritysmarkkinoiden asiakastoiveiden kehittymiseen yrityksen pitäisi myös yrittää hahmottaa, miltä sen asiakkaiden verkostot todennäköisesti tulevaisuudessa näyttävät.

Kuluttajamarkkinoiden osalta yritysten kannattaa tarkastella, miten sen nykyiset *jakeluratkaisut* sopivat öljyhuipun jälkeiseen kuluttajakäyttäytymiseen. Jos liikkumisen kustannus nousee joko tuotteen arvoon nähden tai kilpailijoiden tarjonnan kokonaiskustannuksiin nähden liian korkeaksi kuluttajat eivät lähde hakemaan sitä kaukaa. Yritysten tulee siis arvioida, mitkä jakeluratkaisut sopivat parhaiten missäkin tuoteryhmässä kuluttajien tulevaan arkeen parhaiten. Analyysissä pääsee alkuun laskemalla asiakkaille ostosten tekemisestä aiheutuvia liikkumis- ja aikakustannuksia. Lähestyvä muutos kannattaa huomioida erityisesti kalliita infrastruktuuri-investointeja tehtäessä.

Toimintojen sopeuttaminen tulee olemaan monelle yritykselle erittäin työläs prosessi, mutta on vaikea nähdä kenenkään selviävän ilman tarvittavia muutoksia energian hinnan korotuksista, öljyn saatavuusongelmista ja talouskasvun pysähtymisestä. Varautumisen tulevaan voidaan aloittaa vaikka analysoimalla muutosten vaikutusten suuntaa ja suuruutta alla olevan scorecardin avulla (kuva 5-2) joka pohjautuu edellä esitettyyn analysointimalliin.

### **Öljyhuipun vaikutus kysyntään ja operaatioihin**

| <b>Omien tuotteiden kysyntä</b>                                 | <b>Asiakkaiden tuotteiden kysyntä</b>                           |
|---|---|
| Houkuttelevuus <input type="checkbox"/>                         | Houkuttelevuus <input type="checkbox"/>                         |
| Hintajousto <input type="checkbox"/>                            | Hintajousto <input type="checkbox"/>                            |
| Käytettävissä olevien tulojen vaikutus <input type="checkbox"/> | Käytettävissä olevien tulojen vaikutus <input type="checkbox"/> |
| BKT-herkkyys <input type="checkbox"/>                           | BKT-herkkyys <input type="checkbox"/>                           |
| <b>Raaka-aineet ja toimittajat</b>                              | <b>Asiakkaan hankintatoimi</b>                                  |
| Kustannusriski <input type="checkbox"/>                         | Kustannusriski <input type="checkbox"/>                         |
| Toimitusvarmuusriski <input type="checkbox"/>                   | Toimitusvarmuusriski <input type="checkbox"/>                   |
| Tarjontariski <input type="checkbox"/>                          | Tarjontariski <input type="checkbox"/>                          |
| <b>Tuotanto</b>   | <b>Asiakkaan tuotanto</b>                                       |
| Skaalautuvuusriski <input type="checkbox"/>                     | Skaalautuvuusriski <input type="checkbox"/>                     |
| Energiapainotteisuus <input type="checkbox"/>                   | Energiapainotteisuus <input type="checkbox"/>                   |
| Energiakatkosriski <input type="checkbox"/>                     | Energiakatkosriski <input type="checkbox"/>                     |
| <b>Logistiikan organisointi</b>                                 | <b>Asiakkaan verkostorakenne</b>                                |
| Juoksevat kustannukset <input type="checkbox"/>                 | Juoksevat kustannukset <input type="checkbox"/>                 |
| Rakenteelliset kustannukset <input type="checkbox"/>            | Rakenteelliset kustannukset <input type="checkbox"/>            |
| <b>Jakelu</b>   |   |
| Asiakkaan kustannukset <input type="checkbox"/>                 |   |

**Kuva 5-2** Scorecard öljyhuipun vaikutusten suunnan ja suuruuden analysointiin

Muutoksen suuntaa voidaan scorecardissa havainnollistaa esimerkiksi merkitsemällä ylös- tai alaspäin olevia nuolia eri kohtien laatikoihin. Muutoksen suuruutta vastaavasti voidaan osoittaa nuolien määrällä. Scorecard ei itsessään tuo analysointimalliin uutta, mutta se auttaa keskittymään keskeisiin tekijöihin.



## 6 Johtopäätökset

Maapallo elää öljyn aikakautta. Öljy on maailman keskeisin energialähde ja sitä käytetään kaikkialla. Ihmisten ja tavaroiden liikkuminen, koko globalisaatiokehitys, perustuu melkein täysin öljyyn. Lähes kaikessa, mitä kulutamme ja syömme, on öljyä. Yhteiskuntien vauraus ja jatkuva kasvu on perustunut halpaan ja luotettavasti saatavilla olevaan öljyyn. Tulevaisuus näyttää kuitenkin synkältä. Öljyn kysyntä kasvaa tasaisesti, mutta tuotantomääriä ei enää pystytä merkittävästi nostamaan. Päivittäiset tuotantomäärät jopa kääntyvät tasaiseen laskuun, eikä suuntaa voi pysäyttää. Maailman on saavuttanut öljyn tarjontahuipun, Peak Oilin.

Öljyn keskeisestä roolista johtuen pitkäaikaisella kysynnän ja tarjonnan epätasapainolla tulee todennäköisesti olemaan merkittäviä taloudellisia ja yhteiskunnallisia vaikutuksia. Öljyn tarjontahuippua on tähän mennessä tutkittu pääasiassa geologisesta ja makrokansantaloustieteellisestä näkökulmasta. Tutkimuksissa on arvioitu muun muassa tarjontahuipun ajankohtaa, biopolttoaineiden kehitystä ja öljynhinnan nousun vaikutusta taloudelliseen kasvuun. Tässä työssä keskityttiin tärkeään, mutta aiemmassa tutkimuksessa varsin vähäisessä roolissa olevaan, yritysnaökantaan. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten öljyn tarjontahuippu vaikuttaa yrityksiin ja miten sen seurauksiin voi varautua. Näkökanta on keskeinen, koska yritykset toimivat entistä enemmän globaalisti ja niiden toimitusketjut ovat hyvin neste-energiapainotteisia. Kysymys on tärkeä myös laajemmassa mielessä, koska yhteiskuntien ja yksilöiden vauraus ja hyvinvointi rakentuvat yritystoiminnan ympärille.

Yritysvaikutusten arvioimiseksi tutkimuksessa perehdyttiin erityyppisen kirjallisuuden avulla öljyn merkitykseen sekä öljymarkkinoiden nykytilaan ja tulevaisuuteen näkymiin. Lisäksi analysoitiin eri tahojen näkemyksiä öljyn tarjonnan kehittymisestä. Johtopäätösten pohjalta rakennettiin skenaariomalli tarjontahuipun vaikutusten ilmenemisajankohdista ja erilaisia viitekehyksiä kuvaamaan toimintaympäristössä, kysynnässä ja operaatioissa tapahtuvia muutoksia. Tutkielman lopussa annettiin ohjeita yhteiskunnallisista päätöksistä vastaaville sekä tavallisille kansalaisille. Lisäksi luotiin malli, jonka avulla yritykset pystyvät paremmin hahmottamaan öljyhuipun vaikutuksia ja varautumaan siihen.

Tässä kappaleessa käydään ensin läpi taustatutkimuksen keskeiset tulokset. Tämän jälkeen esitetään tutkimusongelman kannalta keskeiset analyysit ja suositukset. Lopuksi arvioidaan työn kontribuutiota ja esitetään tutkimukseen liittyviä jatkotutkimuskohteita.

## 6.1 Taustatutkimuksen yhteenveto

Tutkimuksen kirjallisuuspainotteisessa osiossa perehdyttiin öljyn yleispiirteisiin sekä öljyn kysyntään ja tarjontaan. Yleispiirteiden osalta työssä tarkasteltiin erityisesti öljyn geologiaa, energiataloudellisia, poliittisia, taloudellisia ja taloustieteellisiä puolia.

Tulevaisuuden tarjonnan ennustamisen kannalta öljyn geologisista ominaisuuksista tärkein on tuottamistahdin ymmärtäminen. Öljylähteen erityispiirre on, että kun kentän ylös-pumpattavasta öljystä on nostettu noin puolet, päivittäinen tuottamiskapasiteetti alkaa pudota. Öljykenttä ei siis ole kuin auton tankki, jolla voi ajaa loppuun asti vakionopeutta, vaan tuotantomäärät ajan suhteen muistuttavat vahvasti logistisen käyrän muotoa. Puolen välin jälkeen geologia määrää tuotantomäärän ja jokainen barreli on edellistä hitaampi, hankalampi ja kalliimpi nostaa. Tuotannon edetessä myös tuotettava öljy on aikaisempaa huonolaatuisempaa, hiilivedyiltään työlääminä jalostettavaa ja rikki-pitoisuudeltaan korkeampaa öljyä. Öljyn tuotanto heikkenee siis sekä volyyminsä että laatunsa puolesta ajan funktiona.

Energiataloudelliselta kannalta katsottaessa öljyn 37 % markkinaosuuteen maailman energiankäytöstä löytyi monia syitä. Öljy on energialähteenä tiivis ja yksi parhaista, kun suhteutetaan energialähteen tuottamaa energiaa sen tuottamiseen vaadittuun energiamäärään. Lisäksi öljyä voi myös jalostaa moneen eri tarkoitukseen, sitä löydetään suurina keskittyminä ja sitä on helppo liikutella. Suurta suosiota selittää myös luonnollisesti liikenteeseen sopiva nestemäinen muoto sekä suhteellisesti äärettömän halpa hinta.

Öljy on jakautunut maailmalla varsin epätasaisesti. Öljyntuottajat ja -kuluttajat ovat suurimmaksi osaksi eri maita eli öljyyn liittyy voimakkaita geopoliittisia piirteitä. Erilaiset geopoliittiset voimat luokiteltiin vakavuusjärjestyksessä neljään kategoriaan: erityyppisiin yhteistyösuhteisiin, sisäiseen epävakauteen, resurssien kansallistamisriskin kasvuun ja resurssisotiin. Yhteistyösuhteilla pyritään varmistamaan öljyn saanti, mutta ne vääristävät markkinoita ja lisäävät ostajien välistä eripuraa. Öljyntuottajamaan sisäinen epävakaus taas johtuu yleensä öljyvaurauden jakamisesta ja näkyy ostajille lisääntyneinä tuotantokatkoksina. Kansallistamistapauksissa öljyresurssien omistusoikeuden muutokset aiheuttavat yleensä tuotantomäärien vähentymistä. Resurssisotien tapauksissa öljystä taistellaan aseellisesti ja tuotantomäärät laskevat ja öljystä maksetaan inhimillisesti kova hinta.

Yksi tärkeimpiä öljyn piirteitä on merkitys taloudelle. Öljyn hinnanmuutokset vaikuttavat sekä suoraan että epäsuoraan inflaation määrään. Erityisen huomionarvoista on, että kysynnän ja tarjonnan eron ei tarvitse olla kovinkaan suuri aiheuttaakseen öljyn ja öljyä



jalostusprosessissaan käyttävien tuotteiden hinnan nousun. Inflaatiota astetta vaarallisempi on öljyn ja taloudellisen kasvun yhteys. Halvalla öljyllä ja energialla on mahdollistettu viimeisen 140 vuoden teollinen kasvu. Luottamus öljyn tarjonnan ja talouskasvun jatkumisesta on tärkeää sekä rahoitusmarkkinoille että poliittisille päättäjille. Rahoitusmarkkinat, ja oikeastaan koko kansainvälinen pankkisysteemi, perustuu talouden kasvuun. Voidaan ajatella, että huomisen kasvu on ollut takaus tämän päivän lainalle. Jos talouskasvu kääntyy öljyn puutteen takia pysyvästi laskuun, koko rahoitus- ja yhteiskuntajärjestelmän idea kaatuu.

Myös taloustieteellisestä näkökulmasta öljy on hieman epätavallinen hyödyke. Öljyn hintajousto on osoittautunut hyvin vähäiseksi. Nousevat hinnat eivät näytä vähentävän kysyntää suoraan, eivätkä edes talouskasvun kautta. Lisäöljyn etsintä on myös ollut varsin tuloksetonta, vaikka etsintään on käytetty paljon resursseja. Korvikkeiden kehittäminen on myös ollut suhteellisen vähäistä ja prosessiltaan hidasta. Öljyn energiatehollisuuden vuoksi pääoman tuottoa maksimoivat yritykset eivät ole satsanneet uusiin teknologioihin, jotka eivät tällä hetkellä kykene marginaalikustannusten osalta kilpailemaan öljyn kanssa. Markkinat eivät siis ole pystyneet ennaltaehkäisevästi hinnoittelemaan epäsuoria- ja piilokustannuksia, joita öljyn mahdollinen puute jonain päivänä aiheuttaa.

Öljyn kokonaiskysyntä on ollut pidemmän aikaa tasaisessa 2 % vuosikasvussa. Kysynnän kasvu ei kuitenkaan jakaudu tasaisesti vaan monissa OECD-maissa kysyntä on jopa pysähtynyt, kun taas voimakkaasti kasvavissa Aasian maissa kysynnän kasvu on voimakasta. Käyttökohteittain analysoituna liikenne on öljyn ylivoimaisesti suurin käyttökohde. Kaikesta liikenteestä 80-99 % tapahtuu öljyllä ja maasta riippuen 50-75 % öljystä meneekin ihmisten ja tavaroiden siirtäminen paikasta toiseen autoilla, lentokoneilla ja laivoilla. Halpa ja riittoisa polttoaine onkin vaikuttanut niin yritysten toimintojen sijaintiratkaisuihin kuin kaupunkisuunnitteluun. Öljyn kokonaiskäytöstä noin 25-30 % kuluu teollisuudessa ja öljyllä katetaan jopa puolet teollisuuden energiatarpeesta. Öljyä käytetään teollisuudessa muun muassa muovien ja erilaisten kemikaalien raaka-aineena. Kulutuselektroniikkapuolelta esimerkiksi ei tunnu löytävän tuotetta, jossa ei olisi muovia. Kemikaalien puolella öljyä käytetään varsinkin ruokahuollon kannalta tärkeiden torjunta-aineiden ja kasvimyrkkyjen valmistamiseen. Öljyä löytyy yhteensä yli 300 000 tuotteesta. Öljyn rooli sähköntuotannossa on vähentynyt voimakkaasti 1970-luvun huippuvuosien jälkeen mutta öljystä kuluu noin 3-8 % sähkön valmistukseen ja kotien lämmittämiseen.

Huomion arvoista on myös maatalouden öljykriittisyys. Fossiilisia polttoaineita käytetään maatalouskoneiden valmistamiseen ja käyttämiseen, lannoitteiden ja tuholaismyrkkien tekemiseen, sadon kasteluun ja kuivattamiseen, tuotosten säilyttämiseen ja kuljettamiseen, raaka-aineiden prosessointiin, valmiiden tuotteiden pakkauksiin, ruoan lämmittämiseen ja lopuksi kaatopaikan operointiin. Öljyn mahdolliset tarjontaongelmat voivat asettaa koko ruokajärjestelmän vaakalaudalle.

Erilaisista säästötoimista huolimatta harva uskoo energian kysynnän laskevan tai edes pysähtyvän. Öljyn ennusteiden osalta kasvun keskiarvo pyörii 2 % per vuosi -tason ympärillä. Esimerkiksi IEA arvioi öljyn kysynnän kasvavan 2,5 % vuodessa. Kasvun painopisteen odotetaan pysyvän Aasiassa ja Kiinan energiatarpeen on jopa ennustettu olevan vuonna 2020 suurempi kuin EU-maiden ja Yhdysvaltojen yhteensä.

Öljyn tarjonnan analyysi osoitti, maapallon öljyvaroista on pumpattu ylös yli 1 000 miljardia barrelia ja historiallisesti tarjonta on seurannut kysyntää. Öljyä on riittänyt maan alla ja tuottajat ovat muuttaneet tuotantomääriään kysyntää vastaaviksi sopivien markkinahintojen ylläpitämiseksi. Tänä päivänä tilanne on toinen. Kysynnän kasvaessa päivätuotantomäärät ovat nousseet 31 miljardiin barrelin vuodessa ja kaikki nostetaan, mitä pystytään. Hanoja ei voi kääntää enää yhtään enempää auki.

Tarjonnan kehittämisen kannalta keskeisiksi muuttujiksi osoittautuivat jäljellä olevat reservit, uudet löydöt ja epätavanomaiset öljyلاادut. Öljyreservien määrä on itse asiassa koko kysyntä-tarjontakeskustelun ydin, koska se vaikuttaa keskeisesti tarjonnan määrään ja ajalliseen jakautumiseen. Reservilukujen analysointi on kuitenkin käytännössä äärettömän vaikeaa, koska lukuihin liittyy paljon salailua, mittausongelmia ja erilaisia arvioita teknologian kehittymisen vaikutuksista. Yleisimmät sekä öljy-maiden ja -yhtiöiden omat arviot vaihtelevat 1 000 - 1 200 miljardin barrelin välillä. Jäljellä olisi siis suurin piirtein saman verran öljyä kuin tähän mennessä on pumpattu ylös. Mikäli kysyntä ei kasvaisi yhtään ja öljyä saataisiin nostettua maasta vakionopeudella nykyiset reservit riittäisivät 30-35 vuodeksi.

Uusien löytöjen osalta suuret läpimurrot ovat menneitä maailmaa. Vuodesta 1981 lähtien vuosittainen tuotanto on ollut vuosittaisia löytöjä suurempaa ja tänä päivänä kulutamme 3-5 kertaa enemmän öljyä kuin löydämme sitä. Aikaisempien löytöjen perusteella on ekstrapoloitu maaperästä löytyvän vielä 150 miljardia barrelia. Jäljellä oleva öljy on kuitenkin entistä vaikeammissa paikoissa.



Kun suuri osa kevyestä, pienimolekyyllisestä ja kellanruskeasta niin sanotusta ”light & sweet” öljystä on pumpattu, monet ovat kääntäneet katseet epätavanomaisiin öljylaatuihin: raskaaseen öljyyn, syvänmeren öljyyn, arktiseen öljyyn, öljyhiekkaan ja öljyliuskeeseen. Epätavanomaiset öljylaatut ovat kuitenkin pääomavaltaisia, vaativat paljon energiaa ja ovat sekä taloudellisesti että ympäristöllisesti kalliita. Lisäksi niiden hyödyntämiseen tarvittavan kapasiteetin ja verkoston rakentaminen vie vuosikymmeniä.

Arviot tarjonnan tulevaisuudesta riippuvat paljon siitä, mihin koulukuntaan puhuja kuuluu. Optimistien mielestä tarjonnan kasvun pysähtyminen johtuu tilapäisistä resurssirajoitteista ja epävarmuudesta. He uskovat tarjonnan kasvavan tulevaisuudessa teknologian kehittyessä. Teknologisesta kehityksestä johtuen tuotantomääriä voidaan nostaa, reservit kasvavat, uusia löytöjä tullaan tekemään ja jos tarvetta ilmenee, niin korvaavia vaihtoehtoja on nopeasti käytössä. Pessimistit taas korostavat geologisia realiteetteja ja heidän mielestään öljyn tuotantohuippu on voitu jo saavuttaa. He eivät väitä öljyn loppuvan, vaan tarjontavolyymien pienentyvän, koska nykyisten kenttien kapasiteetti laskee nopeammin kuin uusia kenttiä löydetään. Näkemyksen mukaan puolet maailman öljystä on pumpattu ylös ja halvan öljyn ajat ovat pysyvästi takanapäin. Suurilla lisäinvestoinneillakaan pystytään vain hidastamaan laskua ja korvaavat energiavaihtoehdot ovat auttamattomasti myöhässä.

Pessimistit käyttävät ajatuksensa tukena usein geologi Marion King Hubbertin vuonna 1956 tekemää oikeaan osunutta ennustetta manner-Yhdysvaltojen öljyntuotannon kääntymisestä laskuun 1970-luvun alussa. Hubbert perusti ennusteensa ajatukseen, että niin yksittäisen öljykentän kuin yksittäisen valtion ja koko maailmankin tuotantomäärät seuraavat logistista käyrää. Päivätuotanto nousee siihen asti, kun puolet alueen öljyreserveistä on pumpattu ylös. Huippupisteen jälkeen tuotantomäärät laskevat ja prosessista tulee entistä hankalampaa. Öljyn tuotantokäyrä vuorostaan seurailee öljylöytöjen määrän käyrää 30-40 vuoden aikaviiveellä.

Öljyn globaalin tarjontahuipun toteutumisen puolesta puhuu juuri nyt monta tekijää. Uusien kenttien löydöt olivat huipussaan 1960-luvun alkupuolella ja suurimpien kenttien tuotantoluvut ovat olleet laskussa. Alueellisesti muualla kuin Lähi-idässä tuotantomäärät ovat kääntyneet laskuun jo useita vuosia sitten. Suurimmassa tuottajamaassa, Saudi-Arabiassa, poraustornien määrää on kasvatettu valtavasti, niin maalla kuin merelläkin, mutta tuotantolukuja ei ole pystytty kasvattamaan. Tieto on hälyttävä, koska optimistit ovat laskeneet paljon saudien tuotannon kasvattamiskyvyn varaan. Lisäksi EIA:n kuukausi-raporttien mukaan öljyn tuotantomäärät eivät ole kasvaneet vuoden 2005 alun jälkeen. Alan

vaikuttajien mielestä perinteisen raakaöljyn huippu onkin jo ohitettu ja on aika katsoa eteenpäin.

Tarjonnan määrän vähentymisen tahdista on pessimistien välillä pieniä aste-eroja. Sadad Al Hussein arvioi nykyisen tuotantotason pysyvän jopa 15 vuotta, kun taas pahimmissa skenaarioissa öljyn tuotantomäärät lähtevät heti 4 %:n vuotuisen laskuun. Keskimäärin ennusteissa uskotaan 2-3 %:n vuosilaskuun, joka alkaisi parin vuoden kuluttua. Prosenttiluvut eivät kuulosta pahalta, mutta absoluuttisesti luvut tulevat nopeasti suuriksi. Kysynnän kattamiseksi joka vuosi tarvittaisiin uutta tuotantoa lisää 1,5 Mrdbpv. Vuonna 2010 puutteen määrä olisi 3,7 Mrdbpv ja vuonna 2020 jo 14,6 Mrdbpv. Rajuimmissa skenaarioissa puhutaan jopa nykymuotoisen sivilisaation lopusta. Pessimistien mukaan varmaa on, että Peak Oil tulee korvaamaan ilmastonlämpenemisen eniten huolta herättävänä keskustelunaiheena.

Vaihtoehtoisina energiamuotoina öljylle on esitetty muun muassa biopolttoaineita, vetyä, aurinko- ja tuulienergiaa, ydinvoimaa ja hiilen käytön lisäämistä. Nämä kaikki kuitenkin kärsivät monenlaisista ongelmista. Öljyn energiatehollisuutta, skaalautuvuutta, mukautuvuutta ja liikeneroolia ei mikään yksittäinen, tai edes kaikkien vaihtoehtojen yhdenaikainen käyttö, pysty lähitulevaisuudessa korvaamaan.

## 6.2 Vaikutusarvioinnin ja varautumissuosituksen yhteenveto

Tutkimuksen jälkimmäisessä osassa analysoitiin öljyn tarjontahuipun vaikutuksia yritysten toimintaympäristöön ja toimintaan. Osiossa pyrittiin jäsentämään tulevaa ja kehittämään varautumissuosituksia eri tahoille.

Seurausten arvioimiseksi taustatutkimuksen perusteella öljyhuipun vaikutuksista luotiin ensin skenaariomalli, missä vaikutusten ilmenemisjärjestys jaettiin kolmeen vaiheeseen. Skenaariomallin perusajatus on, että tarjontahuippuun liittyvät ongelmat laajenevat tasaisesti sitä mukaan, mitä suurempi vaje kysynnän ja tarjonnan välillä on. Alkuvaiheessa puute nostaa öljyn hintaa ja öljyriippuvaisten alojen kustannuksia. Korkeammat kustannukset leviävät aikaviiveellä muillekin toimialoille liikenteen, korkeampien palkkatoiveiden ja yleisen inflaation kautta. Tätä ensimmäistä vaihetta kutsuttiin *"kustannus"-vaiheeksi*. Seuraavassa vaiheessa talouskasvu pysähtyy, työttömyys alkaa lisääntyä ja valtion kärsivät talouskriiseistä. Inflaatio jyllää, tuotteista on puutetta ja varallisuuden arvot putoavat. Tätä vaihetta kutsuttiin *"stagnaatio"-vaiheeksi*. Ikävimmässä tapauksessa pula öljystä alkaa näkyä väestöllisinä



seurauksina ruokahuolto-ongelmien kautta ja taloudellinen kärsimys aiheuttaa sosiaalisen hierarkian murtumisen. Tätä vaihetta kutsuttiin ”*Mad Max*”-vaiheeksi.

Kaikissa skenaariomallin vaiheissa tilanne voi palata lähemmäksi normaalia, jos öljyteknologian kehittymisen avulla pystytään löytämään uusia öljyesiintymiä ja nostamaan vanhoista lähteistä aikaisempaa enemmän öljyä ylös. Myös läpimurrot epätavanomaisia öljylaatujen ja vaihtoehtoisten energiamuotojen osalta voivat ”normalisoida” tilanteen.

Öljyhuipun vaikutusten analysointi skenaariomallin pohjalta helpottaa päätöksentekijöitä hahmottamaan erilaisten vaikutusten ajoittumista ja syy-seuraussuhdetta. Mallin avulla yritysten on myös helpompi analysoida, missä vaiheessa erilaiset varautumistoimenpiteet ovat ajankohtaisia.

Yritysten toimintaympäristössä tapahtuvien muutoksia ja niiden keskinäistä suhdetta jäsennettiin luomalla viitekehys, missä vaikutukset luokiteltiin neljään ryhmään: valtasapainovaikutuksiin, talousvaikutuksiin, väestöllisiin vaikutuksiin ja sosiaalisiin vaikutuksiin. Valtasapainomuutokset ja öljyn hinnan nousun aiheuttamat talousvaikutukset, ovat suoria ja helposti hahmotettavia. Väestölliset ja sosiaaliset vaikutukset riippuvat paljon siitä, miten voimakkaasti öljyhuippu vaikuttaa talouskehitykseen ja miten vahvasti ruokahuoltoa priorisoidaan öljyn allokoinnissa.

Kansainvälistä valtasapainoa todettiin heiluttavan muun muassa tulonsiirrot öljyntuottajille, öljyntuottajien asiakaspreferointi, lisääntyvä energiamerkantilismi, mahdolliset resurssisodat sekä tuottajien sisäisen epävakauden lisääntyminen. Tasapainomuutosten seuraukset vaihtelevat lisääntyneistä jännitteistä sotien uhreihin. Talouden osalta öljyhuipun todettiin vaikuttavan kuluttajien käytettävissä oleviin tuloihin, yritysten tarjontaan, inflaatioon ja veroprosentteihin, markkinoilla vallitsevaan luottamukseen ja talouskasvuun. Kaikki talousvaikutuksia voidaan pitää negatiivisina ja yleistä vaurautta laskevin.

Öljyhuipun väestöllisiin vaikutuksiin kuuluvat muun muassa ruoan heikkeneminen ja yksipuolistuminen, mahdollinen ruokapula ja massamuutot, terveydenhuollon heikkeneminen, ilmastonmuutoksen aiheuttamat lieveilmiöt ja sotien uhrin. Kansalaisten hyvinvointi heikkenee ja eliniänodote laskee. Tarjontahuipun sosiaaliset vaikutukset eivät ole automaattisesti negatiivisia, koska paikallisuus ja yhteisöllisyys saattaa lisääntyä. Muutokset taloudessa ja ruokahuollossa todennäköisesti lisäävät kuitenkin kateutta, ärtymystä, tyytymättömyyttä, lainkuuliaisuutta ja kärsivällisyyttä. Tulevaisuus saattaa tuoda mukaan jopa levottomuuksia, mellakoita ja lopulta laajaa anarkiaa.

Luokittelemalla ja jäsentämällä toimintaympäristössä odotettavissa olevia muutoksia viitekehysten avulla yritykset pystyvät paremmin ymmärtämään öljyhuipun laajoja seurauksia ja varautumaan ilmeneviin muutoksiin.

Yritysten kannalta tutkielmassa analysoitiin, minkä tyyppisiä vaikutuksia öljyhuipun erilaiset seuraukset aiheuttavat yrityksen kysynnälle ja operaatioille. Kysyntävaikutusten hahmottamiseksi tutkimuksessa luotiin viitekehys, jossa kysyntään negatiivisesti vaikuttavat tekijät ryhmiteltiin skenaariomallin mukaisten öljyhuipun vaiheiden ja kuluttajakäyttäytymiseen vaikuttavien syiden mukaan. Hintasyyt kategoriaan kuuluviksi tekijöiksi tunnistettiin kustannusten nousu, ostovoiman lasku, tyytyminen vanhaan sekä lama ja työttömyys. Tuotesyy kategoriaan kuuluvat syyt ovat tuotteen epämuodikkuus, elinkaarikustannusnäkökanta, tuotteen vanhentuminen ja tuotteen heikentyminen. Toimitusketjusiikiksi luokiteltiin aikaisemmin tehtyihin sijaintiratkaisuihin liittyvät asiat sekä toimitus-, energia- ja kuljetusvarmuuden heikkenemisestä johtuvat ongelmat. Neljänteen asiakaskategoriaan luokitellut tekijät olivat kysynnän vähentyminen lisääntyneen sääntelyn ja vähentyneen väestön myötä. Asiakassyy-kategoriaa lukuun ottamatta edellä mainitut tekijät vaikuttavat kysyntään negatiivisesti jo öljyhuipun ”kustannus”-vaiheessa. Kysyntävaikutus-viitekehys auttaa yrityksiä arvioimaan kysyntätekijöitä, joihin sen tulee varautua ja huomioida muun muassa tuotekehityksessä ja tulevaisuuden kysyntäennusteissaan.

Kysyntään perehtymisen lisäksi työssä on analysoitu, miten öljyhuipun seuraukset vaikuttavat yritysten operaatioihin ja millaisia sopeutumistoimia öljyhuipun erivaiheissa kannattaa käyttää. Operaatioiden kannalta keskeisiksi vaikuttaviksi voimiksi tunnistettiin kustannusten nousu, öljyn saatavuuteen liittyvä epävarmuus, kysynnän kehitys ja yleiset toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset. Yleisesti määriteltynä sopeutumistoimet kategorisoitiin kustannusten karsintaan, toimintatapojen muuttamiseen, rakenteellisiin muutoksiin ja tarjonnan sopeuttamiseen. Toimintokohtaista analyysiä varten luotiin viitekehys, jossa eri sopeutumistoimet ryhmiteltiin skenaariomallin mukaisten öljyhuipun vaiheiden ja operaatio-toimintojen mukaan.

Viitekehyksessä esille nostetut toimet olivat tuotekehityksen osalta öljypohjaisten raaka-aineiden käytön vähentäminen, paikallisempien toiveiden huomioonottaminen ja halvempien tuotteiden kehittäminen. Ostotoiminnassa tulee vastaavasti huomioida aikaisempaa enemmän kuljetusvaihtoehdot, kustannuskehityksen ennustamisen tärkeys, paikallisten toimittajien hyväksikäyttö, saatavuuden varmistaminen ja vertikaalisen integraation järkevyyden



tutkiminen. Tuotannossa pitää miettiä energiatehokkuutta, tuotannon paikallisuuden hyötyjä ja haittoja, tuotannon joustavuuden kehittämistä sekä yksiköiden työntekijöiden hyvinvoinnin edistämistä ja yksiköiden turvallisuutta. Kuljetusten osalta tulee miettiä autotyyppejä, raideliikenteen mahdollisuuksia, omien polttoainevarastojen pitämistä ja kuljetusten turvaamista. Varastojen osalta on huomioitava täydennyssyklin mahdollinen harventuminen, varastoverkoston hajauttamisen mahdollisuus ja varastojen turvallisuuden takaaminen. Jakelun osalta tärkeimmiksi huomioitaviksi muuttujiksi osoittautuivat jakelupisteiden sijainnin uudelleen harkitseminen sekä paluulogistiikan järjestäminen.

Käytetty viitekehys selventää öljyhuipun laajoja operaatiovaikutuksia ja auttaa sopeutumistoimenpiteiden ajankohtien hahmottamisessa. Operaatioanalyysi myös hyvin osoittaa, miten yritysten nykyiset operaatiot on suunniteltu halvan ja luotettavasti saatavilla olevan öljyn toimintaympäristöön.

Tutkimuslöydösten perusteella yhteiskunnallisille päättäjille ja yksittäisille kansalaisille annettiin suosituksia siitä, miten öljyhuipun seurauksiin tulisi varautua. Yhteiskunnallisella puolella korostui aggressiivinen energian kysyntään ja tarjontaan vaikuttaminen. Energian kysyntään voi muun muassa vaikuttaa kannustamalla energiansäästöä ja tehostamalla liikenteen energiankulutusta. Tarjontapuolella julkisen tahon tulee investoida muihin energialähteisiin ja tukea uusien energialähteiden kehitystä. Muita huomioitavia tekijöitä ovat maatalouden kehittäminen, kaupunkisuunnittelun uudistaminen ja kaikenlainen varautuminen toimintaympäristössä tapahtuviin muutoksiin. Tavallisten kansalaisten kannattaa varautua etukäteen miettimällä liikkumistarpeitaan, asumisjärjestelyitään, kulutustaan, ruokailuaan ja omaa talouttaan.

Yritysten sopeutumisprosessin suunnittelua helpottamaan tutkielmassa luotiin keskeisiin löydöksiin perustuva kvalitatiivinen malli. Mallin avulla yritykset pystyvät paremmin hahmottamaan mihin osa-alueisiin niiden tulisi erityisesti kiinnittää huomiota varautuessaan öljyn tarjontahuippuun. Tutkimuslöydösten perusteella varautumisen kannalta keskeiset kohteet ovat kysynnän arviointi, toimittajien öljyriippuvuus, tuotannon skaalautuvuus, logistiikkaverkoston juoksevat ja rakenteelliset kustannukset sekä asiakasvetoinen jakelutoiminta.

Kysynnän osalta tärkeää on analysoida tuotteen houkuttelevuutta, hintajoustoa ja kuluttajien käytettävissä olevien tulojen kehityksen vaikutusta. Yritysmarkkinoilla toimivien pitää myös pohtia asiakkaidensa asiakkaiden kulutuskäyttäytymisen muutoksia, koska se vaikuttaa

epäsuorasti yrityksen omaan kysyntään. Yrityksen tulee myös etukäteen arvioida, miten kysyntäpotentiaali muuttuu, kun öljyhuipun vaikutukset laajenevat kustannusvaiheesta stagnaatiovaiheeseen. Analyysin osoittaessa liian negatiivisia vaikutuksia, varautumisohjeina ovat uudenlaisten tuotteiden kehityksen aloitus, kustannusten karsinta ja uusien asiakkaiden etsintä. Toiminnan skaalan laskeminen ja osittainen alasajo ovat myös harkittavia vaihtoehtoja.

Raaka-aineiden, alihankkijoiden ja toimittajien osalta yritysten tulee ymmärtää, miten öljyriippuvaisia ne ovat. Öljyn korkea osuus raaka-aineissa, valmistusprosessissa tai kuljetuksissa lisää kustannus- ja toimitusvarmuusriskiä. Korkean öljyriippuvuuden tapauksessa yrityksen keinovalikoima pitää sisällään muun muassa toimittajan vaihtamisen, suurempien varmuusvarastojen pitämisen ja vertikaalisen integraation lisäämisen. Lisäksi yritys voi tuotekehityspanostuksilla yrittää pienentää öljy- ja toimitusriskipitoisten materiaalien osuutta lopputuotteessa.

Tuotannon osalta keskeinen varautumiseen liittyvä muuttuja on tuotannon skaalautuvuus. Erittäin riskipitoisia ovat yksiköt, joiden kannattavuus romahtaa käyttöasteen pienen laskun seurauksena. Yritysten pitää varautua sekä kysynnän vähentymiseen että tuotevalikoiman muutoksiin kehittämällä tuotantoaan nykyistä joustavammaksi. Yritysten pitää analysoida kerrannaisvaikutusriskin takia myös asiakkaidensa joustovaraa, koska se saattaa vaikuttaa suoraan yrityksen omaan kysyntään. Skaalan lisäksi tuotantoyksiköissä kannattaa luonnollisesti miettiä, miten energiatehokkuutta parannetaan ja miten energiakatkoksista voidaan selviytyä.

Kuljetuksiin liittyvien kustannusten ja riskien kasvun myötä yritysten pitää vakavasti myös miettiä uudelleen logistista verkostorakennettaan. Halvan ja luotettavasti saatavilla olevan öljyn aikana monen yrityksen toiminta on globaalia ja tuotanto- ja varastotoiminta on varsin keskitettyä. Öljyn tarjontahuipun jälkeisessä maailmassa tilanne saattaa olla juuri päinvastainen. Varautuakseen muuttuvaan ympäristöön yritysten pitää laskea, miten sen logistiikkaan liittyvät kustannukset ovat jakautuneet juoksevien ja rakenteellisten erien kesken. Eli onko alueellisempi tuotantorakenne ja hajautetumpi varastointirakenne nykyistä kustannustehokkaampi korkeampien kuljetuskustannusten ympäristössä.

Kuluttajamarkkinoiden osalta yritysten tulee vielä tarkastella, miten sen nykyiset jakeluratkaisut sopivat öljyhuipun jälkeiseen kuluttajakäyttäytymiseen. Jos liikkumisen



kustannus nousee joko tuotteen arvoon nähden tai kilpailijoiden tarjonnan kokonaiskustannuksiin nähden liian korkeaksi kuluttajat eivät lähde hakemaan sitä kaukaa.

Toimintojen sopeuttaminen tulee olemaan monelle yritykselle erittäin työläs prosessi, mutta tutkimuksen perusteella on vaikea nähdä kenenkään selviävän ilman tarvittavia muutoksia energian hinnan korotuksista, öljyn saatavuusongelmista ja talouskasvun pysähtymisestä.

### **6.3 Tutkimuksen kontribuutio**

Öljyä ja öljyyn liittyviä ilmiöitä on tutkittu pitkään. Öljyn tarjontahuippuakin on tutkittu geologisesta näkökulmasta reilusti yli 50 vuotta. Öljyalan ulkopuolella olevia tutkijoita ilmiö ja sen mahdolliset seuraukset eivät kuitenkaan ole erityisemmin kiinnostaneet, koska sitä ei ole pidetty ajankohtaisena. Kohta tilanne on toinen. Öljyhuippu on lähellä ja asiaan liittyvälle tutkimukselle on yhteiskunnallinen, liiketaloudellinen ja sosiaalinen tilaus.

Tässä tutkimuksessa öljyhuippua ja sen vaikutuksia lähestyttiin uudesta näkökulmasta. Ilmiötä ei ole aikaisemmin analysoitu yritysten kannalta ja tutkimuksen tavoitteena olikin ymmärtää, miten öljyhuippu vaikuttaa yritysten operaatioihin. Tavoitteena oli myös antaa konkreettisia suosituksia siitä, miten lähestyvään ilmiöön voi varautua.

Uuden näkökulman vuoksi tutkimuksessa perehdyttiin aluksi laajasti erityyppisen kirjallisuuteen. Monipuolisista lähteistä kerätyn materiaalin avulla luotiin kokonaiskuva öljyn yleispiirteistä sekä kysynnän ja tarjonnan nykytilasta ja tulevaisuudesta. Käsittely luo pohjan tulevilla aihepiirillä tarkasteluille ja kokoa keskeiset lähdealueet yhteen.

Työn jälkimmäisessä osassa keskityttiin öljyhuipun seurauksiin. Osassa luotiin skenaariomalli kuvaamaan öljyhuipun vaikutusten laajentumista ja viitekehys hahmottamaan toimintaympäristössä tapahtuvia muutoksia. Lisäksi osiossa luotiin viitekehykset, joiden avulla pystytään hahmottamaan paremmin öljyhuipun vaikutuksia kysyntään ja operaatioihin. Lopuksi annettiin vielä yhteiskunnallisia ja yksilöllisiä suosituksia sekä luotiin malli, jonka avulla yritykset pystyvät paremmin hahmottamaan, mihin osa-alueisiin niiden tulisi erityisesti kiinnittää huomiota varautuessaan öljyhuipun vaikutuksiin.

Tutkimuksessa käytetyssä kvalitatiivisessa mallintamisessa onnistuttiin integroimaan öljyhuippuun perehtyminen mainiosti operaatiotutemuksen kanssa. Analyysin ja erilaisten mallien avulla asioiden käsittelyssä ei myöskään sorruttu yleisiin listauksiin. Työ on rakenteellisesti johdonmukainen ja jaottelut osoittavat hyvin öljyhuipun laajat vaikutukset

yrittäjien toimintaan. Tutkielman tuloksilla on myös teorian kannalta uutuusarvoa ja käytännön manageriaalisia vaikutuksia.

## 6.4 Jatkotutkimusaiheet

Tässä tutkimuksessa laadittiin kvalitatiivisesti mallintamalla viitekehyksiä, joiden avulla yritykset voivat analysoida öljyn tarjontahuipun vaikutuksia niiden toimintaympäristöön, kysyntään ja operaatioihin. Öljyhuipun ollessa ajankohtainen ja monia aloja koskeva, siitä löytyy monia mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita.

Yrityspuolella on tarjolla monia kiinnostavia selvityspainotteisia tutkimuskysymyksiä. Esimerkiksi, mikä on yritysten tämän hetkinen öljyhuippuvalmius. Selvityksen omaisesti voisi tutkia, kuinka tietoisia öljyhuipusta yrityksissä ollaan, ketkä asiasta tietävät, käydäänkö asiasta aktiivista keskustelua ja miten asiaan suhtaudutaan. Edistyneimpien yritysten löytämiseksi pitäisi myös selvittää, onko yrityksissä tehty öljyhuipun seurauksia varten valmistelevia toimenpiteitä analyysien tai operaatiomuutosten muodossa. Yrityksissä, joissa on aloitettu varautuminen, voisi lisäksi tutkia, onko kyse ainoastaan reagoinnista polttoaineiden hinnannousuun, vaan onko päätöksissä huomioitu myös öljyhuipun vaikutukset öljyn saatavuuden heikkenemiseen ja talouden heikkenemiseen. Organisatorisesti voisi myös tutkia kenelle lähestyvän ongelman vetovastuu yrityksissä kuuluu ja millaista muutosvastarintaa on yrityksissä ilmennyt.

Tutkielman kvalitatiivisesta mallintamisesta voi tutkimuksellisesti ottaa myös askeleen kvantitatiivisen case-tutkimuksen suuntaan. Konkreettisimmillaan kyse voisi olla break-even-laskelmista eli minkä hintaisella öljyn hinnalla yritykselle olisi halvempaa siirtyä nykyisestä keskitetystä tehdas- tai varastoverkostosta paikallisempaan ja hajautetumpaan toimintalogiikkaan. Case-tutkimuksen avulla voisi myös tutkia, miten toimialaerot vaikuttavat vaikutusten analysointimallissa esille nostettujen varautumiskohteiden keskinäiseen painotukseen.

Kvantitatiivisen tutkimus ei automaattisesti myöskään vaadi yrityskohtaisia numeroita. Tutkimuksellisesti arvokasta voisi olla myös teoreettinen mallintaminen, missä selvitetään joidenkin yritysten kysynnän laskun kerrannaisvaikutuksia. Kun kilpailu on virittänyt yritykset äärimilleen ja harvalla on enää taloudellista joustovaraa, niin miten kysynnän lasku ja käyttöasteen aleneminen vaikuttaa verkostossa.



Koko järjestelmän lisäksi potentiaalisia tutkimusongelmia löytyy paljon yksittäisistä operaatiofunktioista. Esimerkiksi, miten nopeasti tuotekehitys pystyy käytännössä laskemaan öljypohjaisten materiaalien käyttöä? Miten yritys parhaiten edistää öljyriippuvuuden vähenemistä alihankkijoiden keskuudessa? Miten pelkkä tietoisuus öljyhuipun lähestymisestä vaikuttaa kuluttajakäyttäytymiseen verrattuna polttoaineiden hintojen nousun vaikutukseen?

Yhteiskunnalliselta puolelta löytyy luonnollisesti myös paljon tutkimuskohteita. Logistiikan kannalta kiintoisaa olisi perehtyä esimerkiksi öljyhuipun ja huoltovarmuuden dynamiikkaan. Yhteiskunnallisesti tärkeitä tutkimusaiheita löytyy paljon myös öljyhuipun ja liikenteen, öljyhuipun ja sijaintipäätösten sekä öljyhuipun ja kaupunkisuunnittelun suhteesta.

Tutkielman taustaselvityksen perusteella voi yleisesti todeta, että öljyhuipun operaatio- ja logistiikkavaikutusten tutkimuskenttä on hyvin neitseellinen. Varsinkin öljyn saatavuuden heikkenemisen vaikutus on tärkeyteensä nähden täysin unohdettu näkökulma. Yhtä vähän on myös arvioitu yleisen puutteen seurauksia operaatioille.

## Lähdeluettelo

- Abdullah, B. (2005) *Peak Oil Paradigm Shift: The Urgent Need for a Sustainable Energy Model*, Medianet Limited, Trinidad and Tobago, 149 p.
- Andersson, K., Ohlsson, T. & Olsson, P. (1998) "Screening Life Cycle Assessment (LCA) of Tomato Ketchup: A Case Study", *Journal of Cleaner Production*, No. 6, pp. 277-288
- ADO-Asian Development Outlook 2005 Update (2005) "The Challenge of Higher Oil Prices", [www.adb.org/Documents/Books/ADO/2005/Update/ADU2005PART3.pdf](http://www.adb.org/Documents/Books/ADO/2005/Update/ADU2005PART3.pdf)
- ASPO (200X), ASPO International, <http://www.peakoil.net/>
- Auzanneau, M. (2007) "Sans l'or noir irakien, le marché pétrolier fera face à un "mur" d'ici à 2015", *Le Monde*, 27.6.2007, [http://www.lemonde.fr/archives/article/2007/06/27/sans-l-or-noir-irakien-le-marche-petrolier-fera-face-a-un-mur-d-ici-a-2015\\_928476\\_0.html](http://www.lemonde.fr/archives/article/2007/06/27/sans-l-or-noir-irakien-le-marche-petrolier-fera-face-a-un-mur-d-ici-a-2015_928476_0.html) [24.7.2008]
- Bauquis, P. & Bauquis E. (2005) *Understanding the Future Oil & Natural Gas*, Editions Hirle, Ranska, 155 p.
- Billion Le, P. (2000) "The Political Economy of Resource Wars", in Cilliers K. & Dietrich C. (eds.) *Angola's War Economy: The Role of Oil and Diamonds*, Institute for Security Studies, Pretoria, South Africa, pp. 21-42  
(löytyy myös osoitteesta <http://www.iss.co.za/PUBS/Books/Angola/3LeBillon.pdf> [4.7.2008])
- Boys, T. (2004) "The Limits of Energy-Based Agricultural Systems: Causes and Lessons of the "North Korean Food Crisis", *Journal of the Japan Institute of Energy*, Vol. 83, No. 6, 409-416
- BP (2008) Statistical Review of World Energy 2008  
<http://www.bp.com/productlanding.do?categoryId=6929&contentId=7044622> [12.7.2008]
- CERA (2006) "Why the "Peak Oil" Theory Falls Down - Myths, Legends, and the Future of Oil Resources", [http://cera.ecnext.com/coms2/summary\\_0236-821\\_ITM](http://cera.ecnext.com/coms2/summary_0236-821_ITM) [12.7.2008]
- Campbell, C. & Laherrere, J. (1995) "The World's Supply of Oil, 1930-2050", Report from Petroconsultants S.A., Geneva
- Chakraborty, A. (2008) "Secret Report: Biofuels Caused Food Crisis", *The Guardian*, 4.7.2008, <http://www.guardian.co.uk/environment/2008/jul/03/biofuels.renewableenergy> [24.7.2008]
- Ciscar, J., Russ, P., Parousos, L. & Stroblos, N. (2004) Vulnerability of the EU Economy to Oil Shocks: A General Equilibrium Analysis with the GEM-E3 Model, <http://www.e3mlab.ntua.gr/papers/Ciscar.pdf> [17.7.2008]
- Dienerl, E. & Seligman, M. (2004) "Beyond Money - Toward an Economy of Well-Being", *Psychological Science in the Public Interest*, No. 5, 2004, pp. 1-31
- DiPeso, J. (2005) "Tips & Trends: Peak Oil?", *Environmental Quality Management*, Autumn 2005, pp. 111-118



- Dynan, K. & Maki, D. (2001) "Does Stock Market Wealth Matter for Consumption?", *Federal Reserve Finance and Economics Discussion Series*, 23.5.2001, <http://www.federalreserve.gov/Pubs/feds/2001/200123/200123pap.pdf> [6.7.2008]
- EIA (2006/2007/2008), Energy Information Administration, <http://www.eia.doe.gov/>
- Energy Information Agency (EIA, 2008a), *International Petroleum Monthly*, <http://www.eia.doe.gov/ipm/supply.html> [4.7.2008]
- Ehrlich, P. (1968) *The Population Bomb*, Ballantine Books, United States, 201 p.
- Farrell, D. & Lund, S. (2008) "The New Role of Oil in the World Economy", *McKinsey on Finance*, Winter 2008, pp. 14-19
- Floegel, M. (2007) "Half a Tank: the Impending Arrival of Peak Oil", *Multinational Monitor*, Jan/Feb 2007, pp. 15-18
- Gerlagh, R. & Liski, M. (2007) "Strategic Oil Dependence", *Helsinki Center of Economic Research - Discussion Paper #165*, May 2007
- Giampietro, M. & Pimentel, D. (1994) "The Tightening Conflict: Population, Energy Use, and the Ecology of Agriculture", <http://www.dieoff.com/page69.htm> [24.7.2008]
- Girotti, G. & Kilgore, M. (2006) "Peak Oil and the Supply Chain", *Traffic World*, 28.8.2006, pp. 6
- Guerrieri, L. (2005) "The Effects of Oil Shocks on the Global Economy", <http://economics.ca/2006/papers/0926.pdf> [12.7.2008]
- Haines, L. (2007a) "Hard Truths, Big Opportunity", *Oil & Gas Investor*, August 2007, pp. 2
- Haines, L. (2007b) "Investing in a Peak Oil World", *Oil & Gas Investor*, December 2007, pp. 17
- Hamilton, J. (2005) "Oil and the Macroeconomy", [http://dss.ucsd.edu/%7Ejhamilto/JDH\\_palgrave\\_oil.pdf](http://dss.ucsd.edu/%7Ejhamilto/JDH_palgrave_oil.pdf) [18.7.2008]
- Harvie, C. (2007) "Transport in Scotland in the Time of Peak Oil", *Focus*, June 2007, pp. 37-41
- Henry, D. & Stokes Jr., K. (2006) "Macroeconomic and Industrial Effects of Higher Oil and Natural Gas Prices", Economics and Statistics Administration U.S. Department of Commerce, <https://www.esa.doc.gov/2006.cfm> [17.7.2008]
- Hirsch, R., Bezdek, R. & Wendling, R. (2005) "Peaking of World Oil Production: Impacts, Mitigation and Risk Management", <http://www.hilltoplancers.org/stories/hirsch0502.pdf> [24.7.2008]
- Hirsch, R. (2007) "Peaking of World Oil Production - Recent Forecasts", *World Oil Magazine*, Vol. 228, no 4, 2007

Hoffman, J. (2005) "Global Insights: Peak Oil Approaching a New World Order?", *Chemical Market Reporter*, 17.1.2005, pp. 21-22

Hubbert, M (1956) "Nuclear Energy and the Fossil Fuels", *Drilling and Production Practice* (American Petroleum Institute & Shell Development Co. Publication), No. 95, pp. 1-22  
(löytyy myös osoitteesta <http://www.hubbertpeak.com/hubbert/1956/1956.pdf> [21.7.2008])

Kilian, L. (2008) "Comparison of the Effects of Exogenous Oil Supply Shocks on Output and Inflation in the G7 Countries", *Journal of the European Economic Association*, March 2008, pp. 78-121

King Jr, N. & Fritsch P. (2008) "Fear of Tighter Oil Supply May Further Rattle Market", *Wall Street Journal Europe*, 22.5.2008, pp. 1 & 35

Kippo, J. (2008) "Polttoaineprotesteista iso lasku Espanjan horjuvalle taloudelle", *Helsingin Sanomat*, 14.6.2008, pp. B5

Leggett, J. (2005) *The Empty Tank: Oil, Gas, Hot Air, and the Coming Financial Catastrophe*, Random House, Unites States, 256 p.

Linden, E. (2007) "From Peak Oil to Dark Age", *Business Week*, 25.6.2007, pp. 94

Malthus, T. (1990) *An Essay on the Principle of Population*, Cambridge University Press, Englanti, 1159 p.

McKay, D. (2007) "Getting Ready for a Peak Crisis", *Finweek*, October 4, 2007, pp. 36

NCGA - National Corn Growers Association (2008) Corn and Water - Facts in Perspective, <http://www.renewablefuelsnow.org/wp-content/uploads/2008/05/waterusage-ethanol.pdf> [24.7.2008]

Nelson, R. (2007) "'Peak Oil' Is Only a Matter of Time", *Pipeline & Gas Journal*, February 2007, pp. 62-63

Nelson, R. (2008) "Worldwide Peak Oil May Already Be Here - Now What?", *Pipeline & Gas Journal*, January 2008, pp. 33-36

Petrie, T. (2007) "A Strategic Perspective on 21st century energy challenges", *Proceedings of ASPO-USA 2007 World Oil Conference*, 2007

Reed, S. (2007) "The Problem's Not Peak Oil, It's Politics", *Business Week*, 9.7.2007, pp. 41

Rubin, J. & Tal, B. (2006) "Soaring Oil Prices Will Make the World Rounder", Occasional Paper 55, CIBC World Markets.

Schettler, J. (2005), "The Perfect Storm...", Personal blog, Aug 2005, [http://www.writingshop.ws/html/perfect\\_storm.html](http://www.writingshop.ws/html/perfect_storm.html) [28.7.2008]

Scott, P. (2006) "Homeland Security Contracts for Vast New Detention Camps", Pacific News Service, [http://news.pacificnews.org/news/view\\_article.html?article\\_id=eed74d9d44c30493706fe03f4c9b3a77](http://news.pacificnews.org/news/view_article.html?article_id=eed74d9d44c30493706fe03f4c9b3a77) [23.7.2008]



- Smith, F. & Kelley P. (2006) "Are We Ready for the Next Oil Shock", *Washington Post*, 11.8.2006, pp. 19
- Simmons, M. (2006) *Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy*, Wiley, United States, 464 p.
- Tarkkala, M. (2008a) 35A00110 Tuotantotalous - Luentokalvot, Luento 3, <http://cie.hkkk.fi/35A00110/Luennot.htm> [30.7.2008]
- Tarkkala, M. (2008b) 35A00110 Tuotantotalous - Luentokalvot, Luento 1, <http://cie.hkkk.fi/35A00110/Luennot.htm> [30.7.2008]
- Vail, J. (2007) Five Geopolitical Feedback-Loops in Peak-Oil, <http://www.jeffvail.net/2007/04/five-geopolitical-feedback-loops-in.html> [9.6.2008]
- Vodra, R. (2005) "The Next Energy Crisis", *Financial Planning*, October 2005, pp. 58-64
- Walker, L. (2006) "Peak Oil Fears and Hype", *Journal of Financial Planning*, September 2006, pp. 38-42
- Wescott, R. (2006) "What Would \$120 Oil Mean for the Global Economy", Securing America's Future Energy, [www.ms-ds.com/downloads/wescott\\_report.pdf](http://www.ms-ds.com/downloads/wescott_report.pdf) [17.7.2008]
- Wikipedia (2008), Export Land Model, [http://en.wikipedia.org/wiki/Export\\_Land\\_Model](http://en.wikipedia.org/wiki/Export_Land_Model) [25.7.2008]
- Yergin, D. (1993) "The Prize: The Epic Quest for Oil, Money & Power", Free Press, New York, 928 p.
- Öljy- ja kaasualan keskusliitto (2008) Öljy - Suomi, <http://www.oil-gas.fi/index.php?m=3&id=488> [12.7.2008]